

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>識別記号F Iテームコード<sup>\*</sup>(参考)  
H 0 1 L 33/00H 0 1 L 33/00A 5 F 0 4 1  
B

審査請求 未請求 請求項の数20 ○ L （全 13 頁）

|          |                             |         |  |
|----------|-----------------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願2000－160696(P2000－160696) | (71)出願人 | 000190149<br>信越半導体株式会社<br>東京都千代田区丸の内1丁目4番2号      |
| (22)出願日  | 平成12年5月30日(2000. 5. 30)     | (72)発明者 | 安富 敬三<br>群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半<br>導体株式会社半導体磯部研究所内 |
|          |                             | (72)発明者 | 高橋 雅宣<br>群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半<br>導体株式会社半導体磯部研究所内 |
|          |                             | (74)代理人 | 100095751<br>弁理士 菅原 正倫                           |

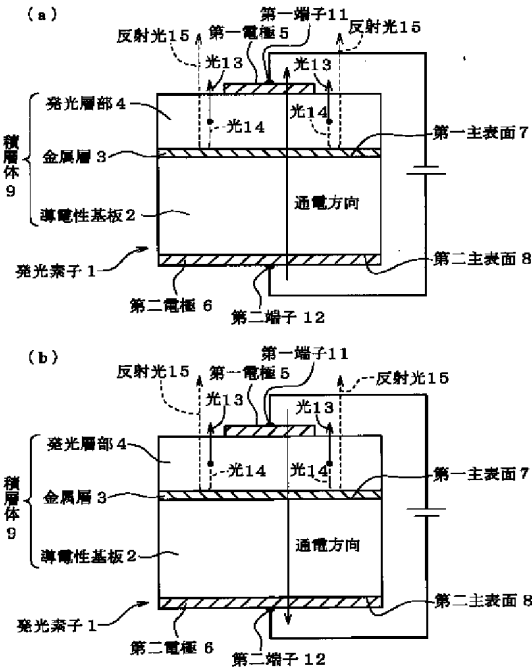
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 素子からの光取出し効率が良好であり、加えて素子の端子取出し構造が単純で利便性に優れた発光素子を提供する。

【解決手段】 導電性基板2の第一主表面7側に金属層3と発光層部4と第一電極5とがこの順序にて形成され、第一電極5と導電性基板2とをを通じて発光層部4への通電を行なう。金属層3での反射を利用することにより、良好な光取出し効率を実現できることに加え、発光素子の両側に電極又は端子を形成することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性基板の第一主表面側に金属層と発光層部と第一電極とがこの順序にて形成され、前記第一電極と前記導電性基板を通じて前記発光層部への通電が可能であることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記導電性基板がシリコン単結晶基板であり、該シリコン単結晶基板の第二主表面側に第二電極を形成したことを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項3】 前記金属層が前記シリコン単結晶基板に直接接して形成されていることを特徴とする請求項2記載の発光素子。

【請求項4】 前記金属層は、Auを主成分に形成されていることを特徴とする請求項3に記載の発光素子。

【請求項5】 前記金属層は、前記シリコン単結晶基板と接する第一金属層と、前記発光層部と接する第二金属層とを含むことを特徴とする請求項3記載の発光素子。

【請求項6】 前記金属層は、前記第一金属層と前記第二金属層との間に、前記第一金属層と接する中間金属層をさらに含み、前記第一金属層は、前記中間金属層の主成分となる金属成分よりもシリコンと合金化しやすい金属成分を主成分に形成されていることを特徴とする請求項5記載の発光素子。

【請求項7】 前記第一金属層は、前記中間金属層の主成分となる金属成分よりもシリコンとの共晶温度の低い金属成分を主成分に形成されていることを特徴とする請求項6記載の発光素子。

【請求項8】 前記第一金属層はAuを主成分に形成され、前記中間金属層はAlを主成分に形成されていることを特徴とする請求項7記載の発光素子。

【請求項9】 前記第二金属層はAuを主体に構成されることを特徴とする請求項5又は6記載の発光素子。

【請求項10】 前記導電性基板が透光性を有する材質にて形成されており、かつ前記金属層に光通過部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項11】 前記透光性の導電性基板は、GaP基板であることを特徴とする請求項10記載の発光素子。

【請求項12】 前記発光層部は、前記第一電極側に位置する第一導電型クラッド層、前記金属層側に位置する第二導電型クラッド層、及び前記第一導電型クラッド層と前記第二導電型クラッド層との間に形成される活性層からなるダブルヘテロ構造層を有し、さらに、前記第一電極と前記第一導電型クラッド層との間に形成される第一導電型電流拡散層を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項13】 前記第一導電型クラッド層と前記電流拡散層とがp型であることを特徴とする請求項12記載の発光素子。

【請求項14】 前記ダブルヘテロ構造層はAlGaInP混晶にて構成され、前記電流拡散層はAlGaAs

混晶又はAlGaAsP混晶にて構成されることを特徴とする請求項12又は13に記載の発光素子。

【請求項15】 半導体単結晶基板上に発光層部をエピタキシャル成長させる工程と、導電性基板の第一主表面と前記発光層部の第一主表面とを金属層のみを介して接合する接合処理工程と、前記半導体単結晶基板を分離又は除去する工程と、をこの順に行なうことを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項16】 前記発光層部と前記半導体単結晶基板との間に分離用成長層を予め形成し、前記発光層部を、前記金属層を介して前記導電性基板に接合後、前記分離用成長層を選択的に除去することにより、前記発光層部から前記半導体単結晶基板を分離することを特徴とする請求項15記載の発光素子の製造方法。

【請求項17】 前記接合処理は、加熱による接合処理であることを特徴とする請求項15又は16に記載の発光素子の製造方法。

【請求項18】 前記接合処理は、前記導電性基板の第一主表面に接して形成された金属層を、前記発光層部の第一主表面に接合することを特徴とする請求項17記載の発光素子の製造方法。

【請求項19】 前記接合処理は、前記発光層部の第一主表面に接して形成された金属層を、前記導電性基板の第一主表面に接合することを特徴とする請求項17記載の発光素子の製造方法。

【請求項20】 前記接合処理は、前記発光層部の第一主表面に接して形成された金属層を、前記導電性基板の第一主表面に接して形成された金属層に接合することを特徴とする請求項17記載の発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は発光素子とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードや半導体レーザー等の発光素子に使用される材料及び素子構造は、長年にわたる進歩の結果、素子内部における光電変換効率は理論上の限界に次第に近づきつつある。従って、一層高輝度の素子を得ようとした場合、素子からの光取出し効率が極めて重要となる。光取出し効率を向上させる方法としては、発光層部から基板側に向かう光も発光に寄与できるように、発光層部に光透過性の半導体基板を接合する方法が提案されている。しかしながら、光透過性の半導体基板を、発光層部に直接接合しようとした場合、一般にその工程は複雑なものとなりやすく、また高温での接合処理が必要となるため発光層部が劣化しやすい問題がある。

【0003】次に、AlGaInP混晶により発光層部が形成された発光素子は、薄いAlGaInP（あるい

はGaInP) 活性層を、それよりもバンドギャップの大きいn型AlGaInPクラッド層とp型AlGaInPクラッド層とによりサンドイッチ状に挟んだダブルヘテロ構造を採用することにより、高輝度の素子を実現できる。このようなAlGaInPダブルヘテロ構造は、AlGaInP混晶がGaAsと格子整合することを利用して、GaAs単結晶基板上にAlGaInP混晶からなる各層をエピタキシャル成長させることにより形成できる。そして、これを発光素子として利用する際には、通常、GaAs単結晶基板をそのまま素子基板として利用することも多い。しかしながら、発光層部を構成するAlGaInP混晶はGaAsよりもバンドギャップが大きいため、発光した光がGaAs基板に吸収されて十分な光取出し効率が得にくい難点がある。この問題を解決するために、半導体多層膜からなる反射層を基板と発光素子との間に挿入する方法(例えば特開平7-66455号公報)も提案されているが、積層された半導体層の屈折率の違いを利用するため、限られた角度で入射した光しか反射されず、光取出し効率の大幅な向上は原理的に期待できない。

【0004】他方、最近の文献(Applied Physics Letters, 75(1999)3054) には、図14に示すように、AlGaInPダブルヘテロ構造を有する発光層部とシリコン単結晶基板との間にAuを主体とした金属層を挿入する提案がなされている。具体的には、図14に示す発光素子100は、n型シリコン単結晶基板101を酸化して形成されるSiO<sub>2</sub> 層102上に、AuBe層103及びAu層104が金属層110として形成され、さらにp型GaAsキャップ層105、ダブルヘテロ構造をなすp型AlGaInPクラッド層106、AlGaInP活性層107及びn型AlGaInPクラッド層108、ならびにAuGeNi/Au層からなる電極109が形成されている。活性層107で発生した光は、図15に示すように、Au層104にて反射される。

【0005】この構造によると、金属層110が反射鏡として機能するため入射角度に依存しない高い反射率が実現され、光取出し効率を大幅に高めることができる。ただし、この場合はAlGaInP混晶層を金属層上に直接成長させることは不可能であるから、次のような方法が採用されている。まず、蒸着により金属層110を形成したシリコン単結晶基板101と、AlGaInPダブルヘテロ構造106、107、108を有する発光層部及びGaAsキャップ層105をエピタキシャル成長させたGaAs単結晶基板とを別々に用意する。次いで、両基板を金属層110とキャップ層105との間で接合した後GaAs単結晶基板を除去し、必要な電極を形成して素子とする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記文献に開示された素子においては、金属層110の形成されるシリコン単

結晶基板101として、SiO<sub>2</sub> からなる厚い絶縁膜102にて被覆されたものが使用されており、図14に示すように、キャップ層105ならびに発光層部106～108への通電は、Au層104においてキャップ層105ならびに発光層部106～108の外側に露出した部分を電極として用い、前記Au層104と電極109との間で絶縁膜102を介さずに行なうようにしている。従って、この構造では、素子の端子取出し構造が複雑にならざるを得ず、製造工数の増加ひいては素子の価格上昇につながる欠点がある。

【0007】本発明の課題は、素子からの光取出し効率が良好であり、加えて素子の端子取出し構造が単純で利便性に優れた発光素子とその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記の課題を解決するために本発明の発光素子は、導電性基板の第一主表面側に金属層と発光層部と第一電極とがこの順序にて形成され、第一電極と導電性基板とを通じて発光層部への通電が可能であることを特徴とする。

【0009】上記の構造によると、基板と発光層部との間に金属層を挿入した発光素子において、金属層での反射を利用することにより良好な光取出し効率を実現できることに加え、発光素子の両側に電極または端子を形成することが可能となる。すなわち、前記した文献の発光素子(図14)とは異なり、金属層を発光層部の側方に露出させて端子取出し部を形成するという複雑な構造にする必要がなくなる。従って、素子の端子取出し構造が大幅に単純化され、チップサイズを縮小することができるとともに、利便性に優れた発光素子を実現される。

【0010】図1に示すように、導電性基板2と金属層3と発光層部4からなる積層体9への通電方向は、(a)に示すように、第一電極側が負となる極性でも、また、(b)に示すように、第一電極側が正となる極性でも、いずれも可能である。この場合、発光層部4におけるヘテロ接合構造の積層順序は、(a)と(b)とで逆となる。

【0011】導電性基板2は、シリコン単結晶等の半導体とすることもできるし、Al等の金属とすることもできる。導電性基板2を半導体とする場合は、図1に示すように、導電性基板2の第二主表面側に第二電極6を形成し、該第二電極6に第二端子12をさらに形成する。この場合、第一電極5と第二電極6との間で通電がなされる形となる。他方、導電性基板2を金属とする場合は、第二端子12を導電性基板2に直接形成できるので、第二電極6は省略することも可能である。なお、導電性基板2として半導体を採用する場合、導電性基板2を介した通電を支障なく行なうこと、及び金属層3と導電性基板2との接合強度を高めることの2つの観点において、導電性基板2と金属層3とを直接接触させた構造

を採用することが望ましい。

【0012】第一電極5は、発光層部4の表面の一部のみを覆う形にて形成することができる。この場合、発光層部4の活性層にて発生する光13、14のうち、金属層3側に向かう光14の少なくとも一部を該金属層3にて反射させ、その反射光15を、発光層部表面の第一電極5に覆われていない領域から漏出させることができる。これにより、一層良好な光取出し効率を実現できる。

【0013】上記のような発光素子1は、導電性基板2と発光層部4とを接合予定面にて金属層3を介して重ね合わせ、接合処理することにより製造することができる。

【0014】具体的には、以下に示す本発明の製造方法により製造することができる。すなわち、本発明の製造方法は、半導体単結晶基板上に発光層部4をエピタキシャル成長させる工程と、導電性基板2の第一主表面と発光層部4の第一主表面とを金属層3のみを介して接合する接合処理工程と、前記半導体単結晶基板を分離又は除去する工程と、をこの順に行なうことを特徴とする。接合処理は、例えば加熱による接合処理とすることができる。

【0015】上記の方法においては、導電性基板2と発光層部4とを金属層3のみを介して接合する。導電性基板2と発光層部4とを、前記の文献とは異なりSiO<sub>2</sub>等の絶縁被膜を介さずに金属層3のみで接合することで、接合強度を高めることができるばかりでなく、導電性基板2と金属層3との間の電気的導通状態も良好に確保することができる。特に、導電性基板2がシリコン単結晶や化合物半導体単結晶あるいは混晶である場合、基板と金属層の一部とを合金化させる形で接合を行なうようにすれば、接合強度を一層向上させることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について、添付の図面を用いて説明する。図1(a)は、本発明の一実施形態である発光素子1を示す概念図である。発光素子1には、導電性基板2の第一主表面7側に金属層3と発光層部4と第一電極5とがこの順序にて形成されている。第一電極5は、発光層部4の表面の一部のみを覆う形にて形成されている。また、導電性基板2の第二主表面8側には第二電極6が形成されており、発光層部4と金属層3とを挟んで第一電極5と第二電極6との間において（すなわち、第一電極5と導電性基板2を通じて）発光層部4への通電が行なわれるようになっている。

【0017】図2は、発光素子1のより具体的な構成を示すものである。導電性基板2はn型Si（シリコン）単結晶基板とされ、金属層3は、Si単結晶基板2と接して形成される第一金属層31と、発光層部4側において該第一金属層31と接する中間金属層32と、発光層部4と接して形成される第二金属層33とを含む。Si

単結晶基板2は、後述する加熱接合を行なう際にも熱応力等による変形を生じにくく、また、いくつかの特定の金属（例えばAu）と合金化しやすいため、強度の高い接合構造を実現しやすい利点がある。この場合、該第一金属層31を、中間金属層32の主成分となる金属成分よりもSiと合金化しやすい金属成分を主成分にして形成することにより、金属層3とSi単結晶基板2との合金化を主に第一金属層31内に留め、中間金属層32に及ぶことを抑制することが可能となる。これにより、金属層3と発光層部4との接合界面における金属相の面積率が高められ、また接合界面の平坦性を良好に保つことができる。いずれも、接合界面における反射率の向上に寄与する。

【0018】この場合、第一金属層31は、中間金属層32の主成分となる金属成分よりもSiとの共晶温度の低い金属成分を主成分に形成することができる。融点の高いシリコンとの間で、比較的低温にて共晶を形成する成分を第一金属層31の主成分とすることで、加熱接合温度を低温化することができ、ひいては発光層部4の劣化等も生じにくくすることができる。具体的な例としては、第一金属層31は、Au層あるいはAuGe合金（例えばGe含有率が12重量%程度のもの）層などAuを主成分に構成することができ、中間金属層32はAl層あるいはAl合金層など、Alを主成分に構成することができる。AuとSiとの共晶温度は約363℃であり、AlとSiとの共晶温度は約577℃である。なお、中間金属層32はAuとの間で融点の低い共晶をなるべく形成しない金属を主成分に構成することが、中間金属層32とSi単結晶基板2との合金化の影響を中間金属層32に及びにくくする観点において望ましい。Alは、この観点において中間金属層32の主成分として望ましいものである。また、Al以外では、Ag、Cu、Ni、PdあるいはPtなどの成分も採用可能である。

【0019】なお、Si単結晶基板2は、金属層3及び第二電極6とのオーミック接触性を高めるために、その第一主面側及び第二主面側に高濃度ドーパ層2aを形成したもの（例えば高濃度のドーパントを熱拡散させた両面拡散ウェーハ）を採用することが望ましい。あるいは、Si単結晶基板2として、例えばAsやBを高濃度にドーパしたものを使用することが可能である。この実施形態では、両面にn<sup>+</sup>ドーパ層2aを形成したn型Si単結晶基板2が使用されている。

【0020】次に、本実施形態では、中間金属層32と発光層部4との間に、n型AlGaInPクラッド層41と接するとともに発光層部4からの光を反射する第二金属層33を形成している。

【0021】前記第二金属層33の材質として、例えばAuを主体に構成されるものを例示することができる。この実施形態では、Au-Ge合金により第二金属層3

3を形成している。使用するAu-Ge合金中のGe含有率は1〜3質量%とするのがよい。また、第二金属層33はAu層とすることもできる。

【0022】次に、発光層部4は、第一電極5側に位置する第一導電型クラッド層43、金属層3側に位置する第二導電型クラッド層41、及び第一導電型クラッド層43と第二導電型クラッド層41との間に形成される活性層42からなるダブルヘテロ構造層を有するものとする。このような構造を採用することにより、両クラッド層43、41から注入されたホールと電子とが活性層42の狭い空間内に閉じ込めらる形で効率よく再結合するので、高輝度の素子を実現できる。なお、反射による光取出し効率を高めるために、第二導電型クラッド層41と金属層3とは直接接して形成されているのがよい。ただし、動作電圧を下げるために、第二導電型クラッド層41と金属層3との間に高濃度ドーパの薄膜を挿入することも可能である。

【0023】ダブルヘテロ構造層は、具体的にはAlGaInP混晶にて構成することができる。具体的には、AlGaInP混晶あるいはGaInP混晶からなる活性層42を、p型AlGaInPクラッド層43とn型AlGaInPクラッド層41とにより挟んだ構造とすることができる。AlGaInPは直接遷移型で大きなバンドギャップを有する半導体であり、活性層42の両側に形成されるクラッド層43、41とのバンドギャップ差に起因したエネルギー障壁により、注入されたホールと電子とが狭い活性層42中に閉じ込められて効率よく再結合するので、非常に高い発光効率を実現できる。さらに、活性層42の組成調整により、緑色から赤色領域にかけて広範囲の発光波長を実現することができる。図2の発光素子1では、第一電極5側にp型AlGaInPクラッド層43が配置されており、通電極性は第一電極5側が正である。

【0024】次に、第一電極5と第一導電型クラッド層43との間には、該第一導電型クラッド層43と同一導電型の電流拡散層44が形成されている。第一電極5は、発光層部4の表面の一部のみを覆う形にて形成されているので、電流拡散層44を形成することでダブルヘテロ構造層41、42、43に対し面内方向に均一になるように電流を拡散することが可能となり、第一電極5に覆われていない領域においても高輝度な発光状態を得ることができる。その結果、当該領域における直接光はもとより金属層3による反射光の強度も強まり、さらに第一電極5に邪魔されずに効率的にその光を取り出すことができるから、素子全体の発光輝度を大幅に高めることができる。

【0025】電流拡散層44は、AlGaAs混晶又はAlGaAsP混晶にて構成することができる。AlGaAs混晶あるいはAlGaAsP混晶は、GaAsとの格子定数差が小さく、GaAs単結晶基板との格子整

合性が高いので、その上にさらにAlGaInP混晶をエピタキシャル成長させても良好な整合性を維持しやすい利点がある。図2の実施形態では、高濃度に不純物をドーパしたp<sup>+</sup>型AlGaAsP混晶により、電流拡散層44を形成している。

【0026】なお、図2の発光素子1において、各層の厚さの実例として以下のような数値を例示できる：第一金属層31=200nm、中間金属層32=100nm、第二金属層33=200nm、n型AlGaInPクラッド層41=1000nm、AlGaInP活性層42=600nm、p型AlGaInPクラッド層43=1000nm、p<sup>+</sup>型AlGaAsP電流拡散層44=1000nm。また、例えば、第一電極5はAu層とAuBe層、第二電極6はNi層により構成することができ、厚さをそれぞれ1000nm程度とすることができる。

【0027】以下、図1の発光素子1の製造方法について説明する。まず、図3(a)に示すように、半導体単結晶基板であるGaAs単結晶基板61の第一主表面81に、発光層部4として、p<sup>+</sup>型AlGaAsP電流拡散層44、p型AlGaInPクラッド層43、AlGaInP活性層42及びn型AlGaInPクラッド層41をこの順序にエピタキシャル成長させる。これら各層のエピタキシャル成長は、有機金属気相エピタキシャル成長(Metalorganic Vapor Phase Epitaxy: MOVPE)法により行なうことができる。

【0028】次に、図3(b)に示すように、発光層部4のn型AlGaInPクラッド層41の上に金属層3として、AuGe層(第二金属層)33、Al層(中間金属層)32及びAu層(第一金属層)31をこの順序にて形成する。各層の形成は、例えば真空蒸着法あるいはスパッタ法等の公知の物理蒸着法により行なうことができる。そして、このようにして金属層3を形成した多層基板63の金属層3の側をSi単結晶基板2の第一主表面7に重ね合わせ(図3(c))、300℃〜500℃に加熱することにより接合処理を行なう。加熱は、例えば窒素雰囲気中に行なう。これにより、Au層31はSi単結晶基板2の主表面7に接合される。接合処理は、例えばAu-Si共晶温度の直上(例えば370℃〜400℃前後)にて行なうことがより望ましい。

【0029】上記接合処理温度においては、Au層31の一部又は全体が接合の際にSi単結晶基板2のSiと共晶反応してAu-Si合金層となる。形成されるAu-Si合金層の組成は、例えばAu-2〜6質量%Siである。他方、Al層32を構成するAlはAuとの間で種々の組成の金属間化合物を生成するが、それら金属間化合物はいずれも、接合温度である300℃〜500℃で共晶反応による液相を生成しないため、Alとの間での合金化は比較的起こしにくい。その結果、接合処理時のAu層31とSiとの合金化の影響が、第二金属層

をなすAu-Ge層33に及びにくくなり、Au-Ge層33の光反射能を高めることができる。

【0030】接合処理が終了すれば、図3(d)に示すように、GaAs単結晶基板61を除去することにより、多層構造の発光素子基板1aが得られる。GaAs単結晶基板61の除去は、例えばケミカルエッチングにより行なうことができる。他方、図5(a)に示すように、発光層部4と半導体単結晶基板としてのGaAs単結晶基板61との間に分離用成長層62を予め形成し、発光層部4を、(b)に示すように金属層3を介して導電性基板であるSi単結晶基板2に接合した後、(c)に示すように分離用成長層62を選択的に除去することにより、発光層部4とGaAs単結晶基板61とを分離するようにしてもよい。この場合、分離用成長層62は、GaAs単結晶基板61上にエピタキシャル成長可能であり、かつ発光層部4よりも特定のエッチング液に対する溶解性の高い材質にて構成しておくことが望ましい。

【0031】例えば、電流拡散層44がAlGaAs混晶にて構成される場合、分離用成長層62はAlAs単結晶層にて構成することができる。この場合、エッチング液として硫酸／過酸化水素水( $H_2SO_4/H_2O_2/H_2O$ )を用いるとよい。このエッチング液は、電流拡散層44をなすAlGaAs混晶あるいはダブルヘテロ構造層41、42、43をなすAlGaInP混晶に対する腐食性はほとんどないが、AlAs単結晶層に対しては顕著な腐食性を有する。従って、分離用成長層62を含んで形成された多層接合基板67を該エッチング液に浸漬することにより、分離用成長層62が選択的に溶解・除去され、GaAs単結晶基板61を容易に分離することができる。

【0032】GaAs単結晶基板61を除去ないし分離した発光素子基板1aは、その電流拡散層44側に第一電極5を、Si単結晶基板2の第二主表面8側に第二電極6をそれぞれ形成してダイシング後、その半導体チップを支持体に固着し、さらにリード線をワイヤボンディングして樹脂封止することにより図2に示す発光素子1が得られる。

【0033】図3に示す実施の形態において接合処理は、発光層部4の第一主表面側に接して形成された金属層3を、導電性基板2の第一主表面7に接合する形で行なわれていた。他方、接合処理は、図4(a)に示すように、導電性基板2の第一主表面7に接して形成された金属層3を、発光層部4の第一主表面82側に接合する形で行なってもよい。この実施の形態では、Si単結晶基板2の第一主表面7上に金属層3として、Au層31、Al層32及びAuGe層33をこの順序にて積層形成しておき、発光層部4の第一主表面82にその金属層3を直接接合させて加熱することにより接合処理を行なうようにしている。

【0034】さらに、接合処理は、図4(b)に示すように、発光層部4の第一主表面82に接して形成された金属層32、33を、導電性基板であるSi単結晶基板2の第一主表面7に接して形成された金属層31に接合する形で行なうこともできる。図に示した実施形態では、中間層となるAl層32と、第一金属層となるAu層31との間に接合界面が形成されるようにしている。例えば接合処理温度において、Au層31のAuをSi単結晶基板2のSiと反応させて共晶融液を発生させ、その共晶融液をAl層32と濡れ接触させることにより良好な接合状態を得ることができる。

【0035】なお、図6及び図7に示すように、金属層3の構成には種々の変形を加えることができる。図6の発光素子200においては、金属層3はAu層33のみにより形成されている。ただし、Au層33は、少なくともその一部がAu-Si合金となる。また、図7の発光素子210は、金属層3を、発光層部4側に位置するAuGe合金層33と、Si単結晶基板2側に位置するAu層31との2層により形成した例である。いずれの場合も、処理温度をSi-Auの共晶温度付近かそれよりも若干低く設定する形で接合処理を行なうことが望ましい。

【0036】また、図2、図6及び図7の発光素子1、200、210では、第一導電型クラッド層と電流拡散層とがいずれもp型である例を示していたが、図11に示すように、第一導電型クラッド層と電流拡散層とをn型とする構成も可能である。この発光素子230では、Si単結晶基板2の第一主表面7上に、金属層3'として、Au層(第一金属層)31、Al層(中間金属層)32及びAuBe層(第二金属層)33'がこの順序にて形成されている。また、発光層部4'として、金属層3'側からp型AlGaInPクラッド層43、AlGaInP活性層42、n型AlGaInPクラッド層41及びn+型AlGaAs電流拡散層44'が形成されている。この発光素子230の層41、42及び43の積層順序は、図1の発光素子1と全く逆であり、通電極性は第一電極5側が負である。

【0037】この構造を採用することによる利点は以下の通りである。すなわち、図9に示すように、GaAs単結晶基板61上に発光層部4をエピタキシャル成長させたものを、金属層3を介してSi単結晶基板2と接合し、その後GaAs単結晶基板61を除去すると、図9(b)に示すように、得られる発光素子基板に反りが生じてしまうことがある。この反りが生ずる原因は次の通りである。すなわち、図10に示すように、GaAs単結晶基板61上にエピタキシャル成長させたAlGaAs電流拡散層44には、GaAs単結晶基板61と格子整合するための弾性整合歪が生じている。具体的にいえば、AlAsの格子定数がGaAsの格子定数よりも少し大きいので、AlGaAs電流拡散層44側には面内

圧縮方向の弾性歪が生じた状態になっている。そして、GaAs単結晶基板61を除去すると、AlGaAs電流拡散層44の弾性歪は面内方向に伸張する形で解放され、結果として、図9(b)に示すようにAlGaAs電流拡散層44側が凸となる形で、発光素子基板に反りが発生することになる。このような反りが発生すると、発光層にクラックが導入されることがあり好ましくない。

【0038】ところで、電流拡散層44は、一般には多数キャリアが電子となるn型のほうが、有効質量の大きいホールが多数キャリアとなるp型のものよりも少ない厚みで十分な電流拡散効果が得られる。従って、GaAs単結晶基板61にエピタキシャル成長させるAlGaAs電流拡散層は、図10(b)に示すように、n型のもの(44')のほうが、(a)に示すp型のもの(44)よりも薄くすることができる。AlGaAs電流拡散層の厚みが小さくなれば、GaAs単結晶基板61を除去したときに解放される弾性歪エネルギーも小さくなり、その解放されたエネルギーが行なう仕事として現れる基板の反りも小さくすることができる。すなわち、図11に示すように、第一導電型クラッド層と電流拡散層とをn型とする構造を採用することにより、発光素子基板に生ずる反りを軽減することができる。

【0039】なお、高濃度にドーピングしたn+型のAlGaAs混晶又はAlGaAsP混晶からなる電流拡散層44'の厚さは、10nm~1000nmとするのがよい。また、これ以外の各層の厚さは図2の発光素子1と同様のものを採用できる。

【0040】なお、電流拡散層44の組成を適切に選択して、該電流拡散層44が接するクラッド層とのバンド不連続量を大きくすることにより、発光層部4におけるヘテロ接合界面での電流拡散効果を高めることができる。この場合、電流拡散層44の厚さを小さくすることも可能となり、得られる発光素子基板の反り防止を図る上で有効である。

【0041】次に、図8に示すように、導電性基板はSi単結晶等の半導体に代えて、金属を用いることも可能である。図8に示す発光素子220では、導電性基板2としてAl基板21が使用されている。金属層3としては、Al基板21側にAu層31を、発光層部4側にAu-Ge合金層33を配置した2層構造のものを採用している。導電性基板2に金属を使用することで第二電極を省略することが可能となる。なお、導電性基板2として用いる金属の材質としては、Al以外にSnを使用することも可能である。

【0042】なお、図4~図11に示した実施形態では、電流拡散層をAlGaAs混晶により形成しているが、図2と同様にAlGaAsP混晶を用いてもよい。

【0043】また、以上説明した実施の形態では、導電性基板2はSi単結晶あるいは金属など、実質的に透光

性を有さない材質にて構成していたが、図12に示す発光素子240のように、透光性を有する材質にて形成することも可能である。この場合、金属層3には光通過部141を形成することができる。このようにすることで、金属層3による反射光と、光通過部141を経て透光性の導電性基板22側に入射した透過光との双方の寄与により、光取出し効率を高めることができるようになる。この場合、金属製の第二電極6により透光性の導電性基板22の第二主表面8を覆っておけば、第二電極6の表面での反射光による光取出し効率向上への寄与も期待できる。透光性の導電性基板22としては、例えばGaP基板を使用することができる。また、発光層部4と金属層3との積層構造は、金属層3に光通過部141を形成する点を除き、図2、図7、図11等と同様のものを採用できる。

【0044】また、金属層3に光通過部141を形成するために、層形成時にマスキング等により金属層3をパターンニングする方法を採用できる。例えば図13(a)に示すように、金属層3を線状にパターンニングし、隣接する線状の金属層領域間に光通過部141をスリット状に形成することができる。また、図13(b)に示すように、金属層3を網状にパターンニングし、その網目を光通過部141とすることもできる。さらに、図13(c)に示すように、金属層3を散点状あるいは島状にパターンニングすれば、個々の金属層領域の背景部分を光通過部141として活用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光素子の、概略構造の例をいくつか示す模式図。

【図2】図1(a)の発光素子の具体的な積層構造の例を示す模式図。

【図3】図2の発光素子の、製造工程の第一例を示す説明図。

【図4】同じく第二例を示す説明図。

【図5】同じく第三例を示す説明図。

【図6】図2の発光素子における、金属層の第一変形例を示す模式図。

【図7】同じく第二変形例を示す模式図。

【図8】金属基板を用いた発光素子の例を示す模式図。

【図9】接合後に半導体単結晶基板を除去することにより、得られる発光素子基板に反りが発生する様子を説明する図。

【図10】電流拡散層の導電型をp型とする場合とn型とする場合との、層厚さの違いを説明する図。

【図11】第一電極側のクラッド層と電流拡散層とをn型とした発光素子の例を示す模式図。

【図12】透光性の導電性基板基板を使用し、金属層に光通過部を形成する発光素子の例を、その作用とともに示す模式図。

【図13】金属層に形成する光通過部の種々のパターン

を示す模式図。

【図14】従来の発光素子の構造を示す模式図。

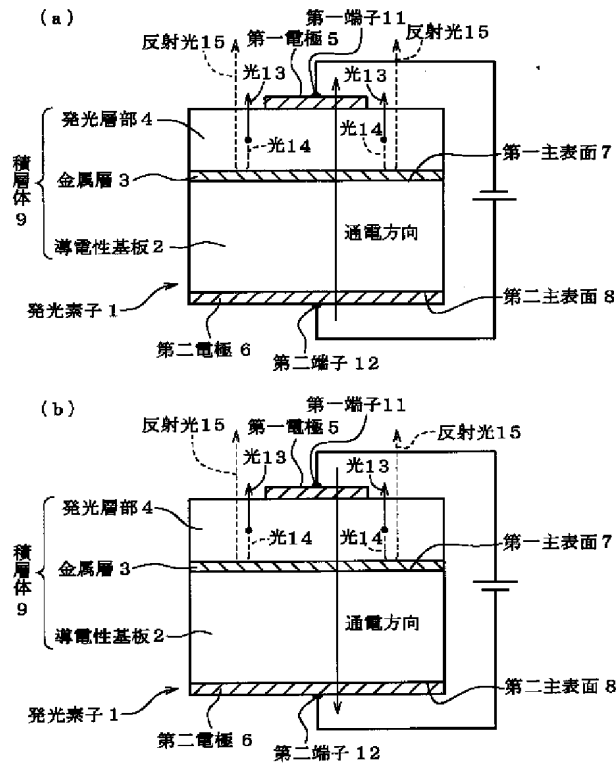
【図15】図14の発光素子による光の反射経路を示す模式図。

【符号の説明】

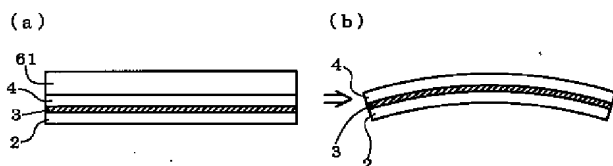
- 1, 100, 200, 210, 220, 240 発光素子  
2 導電性基板  
3 金属層  
4 発光層部  
5 第一電極

- 6 第二電極  
21 金属基板 (導電性基板)  
31 第一金属層  
32 中間金属層  
33 第二金属層  
41 n型AlGaInPクラッド層  
42 AlGaInP活性層  
43 p型AlGaInPクラッド層  
44 電流拡散層  
61 半導体単結晶基板  
141 光通過部

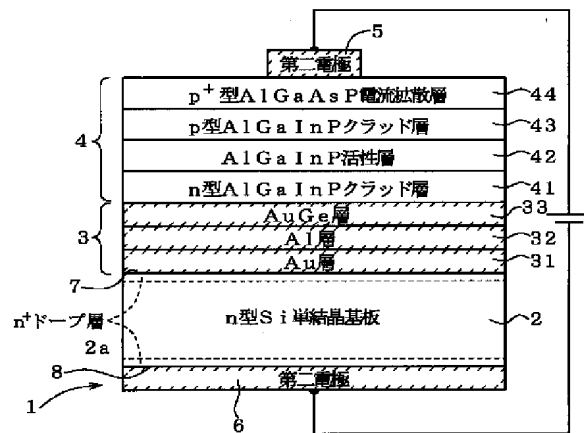
【図1】



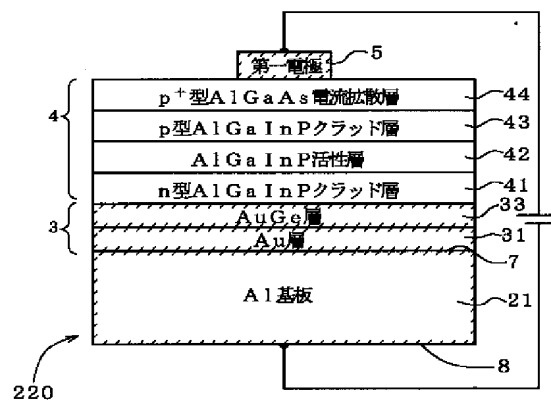
【図9】



【図2】

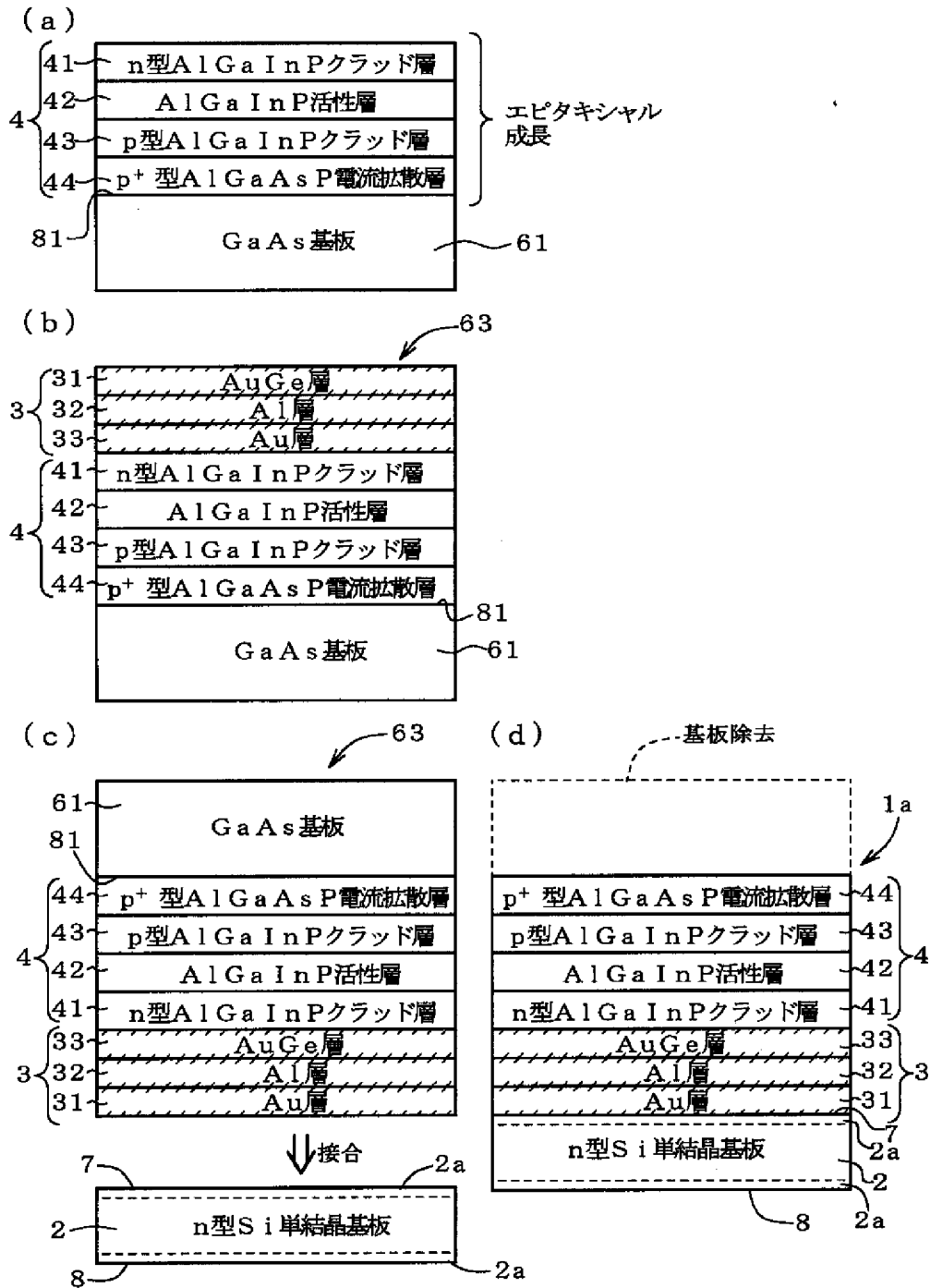


【図8】

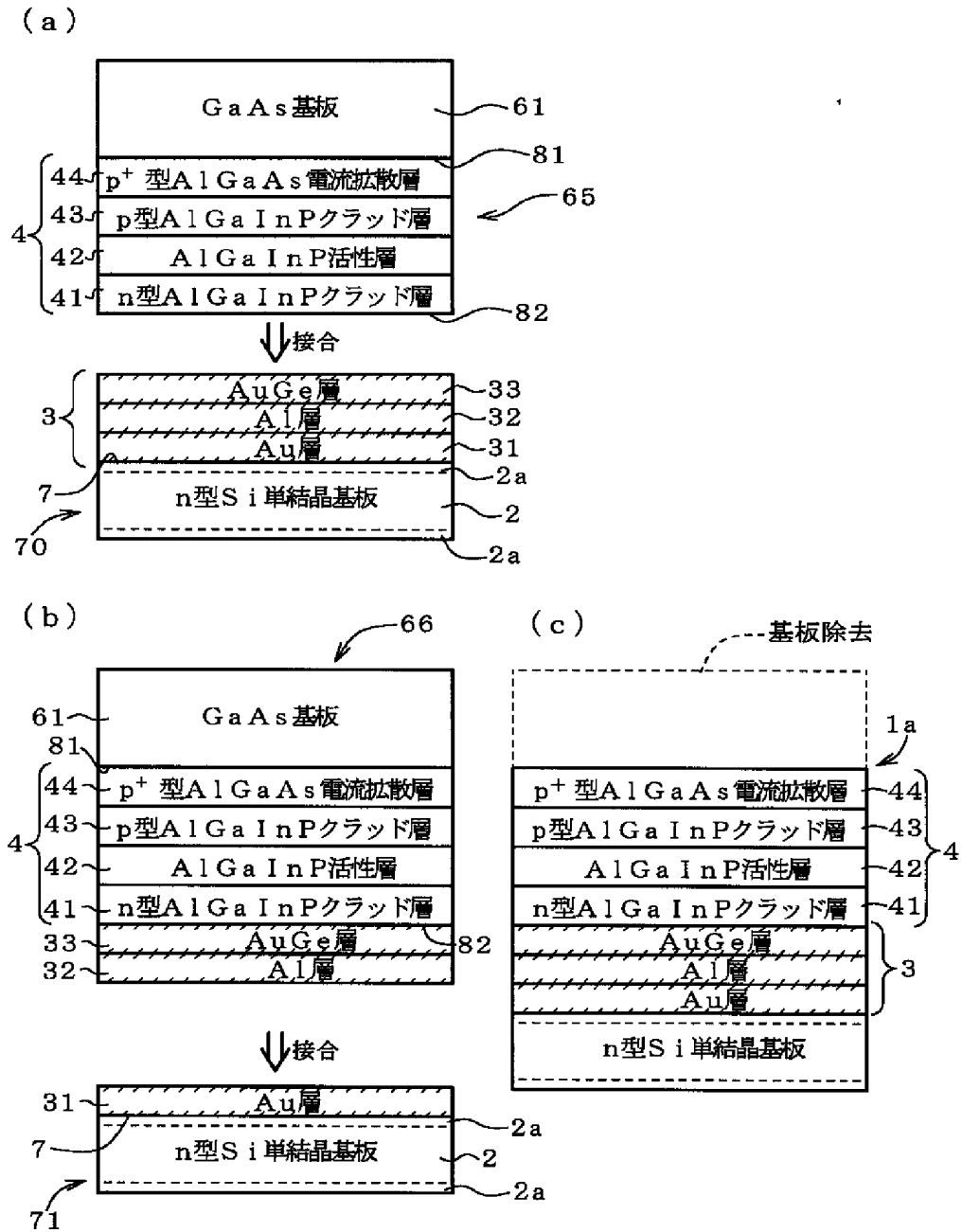




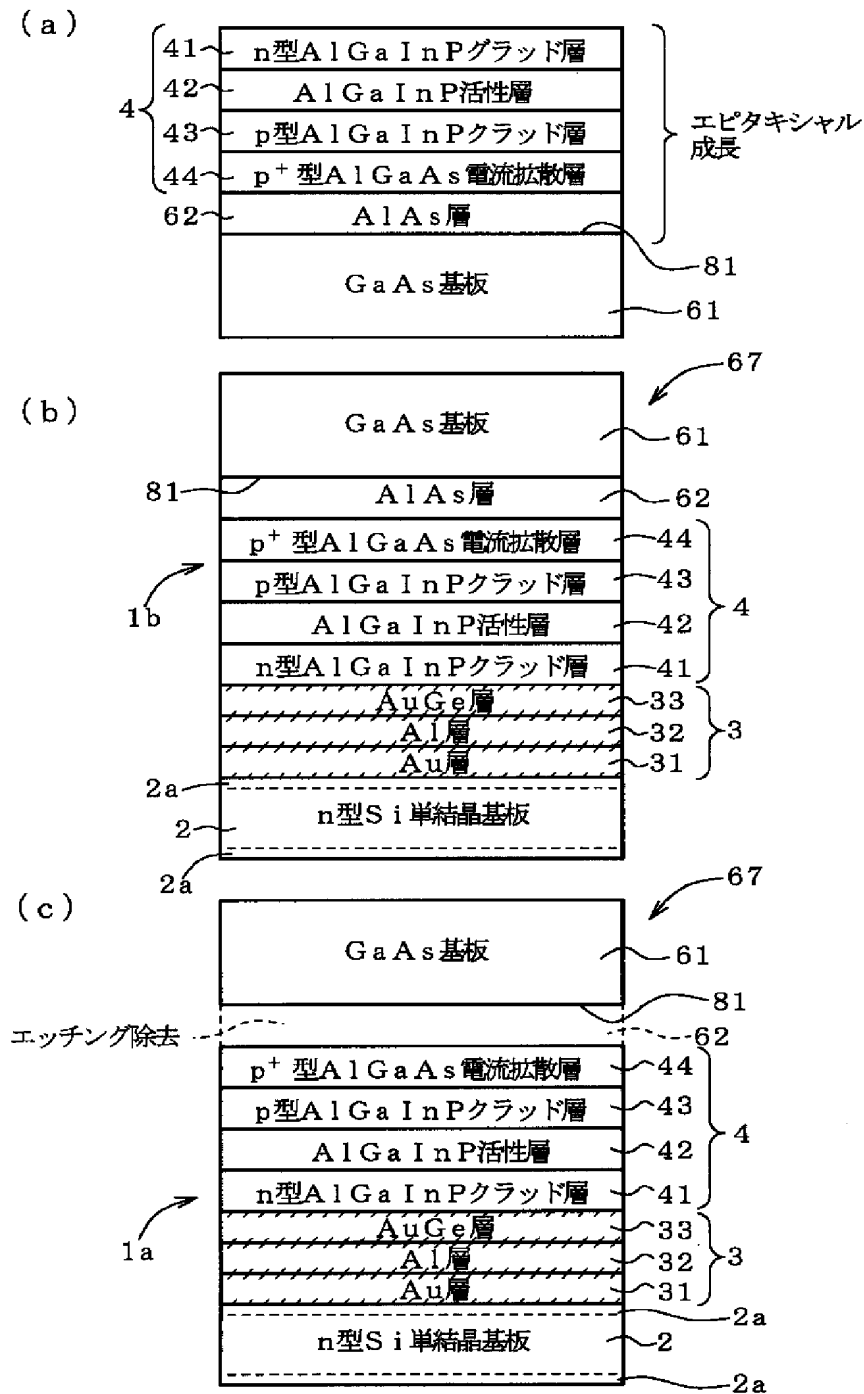
【図3】



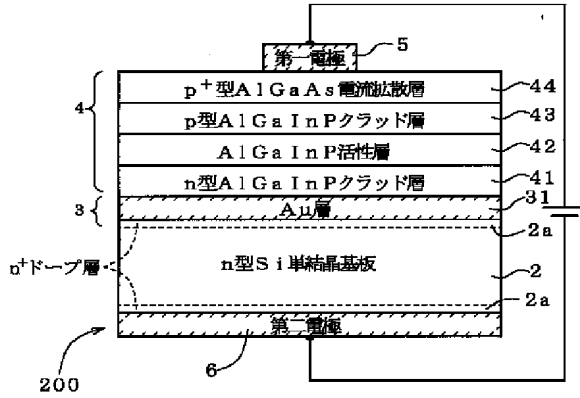
【図4】



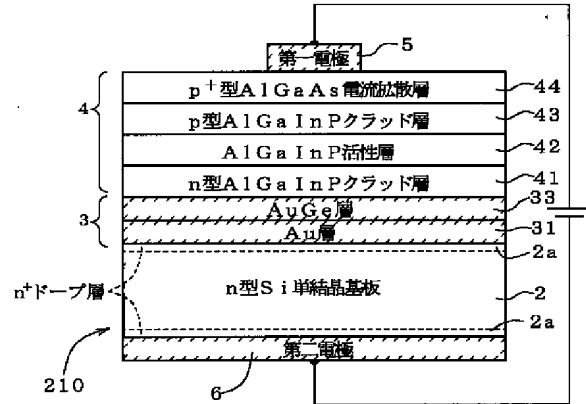
【図5】



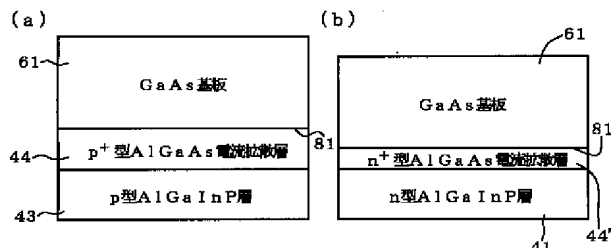
【図6】



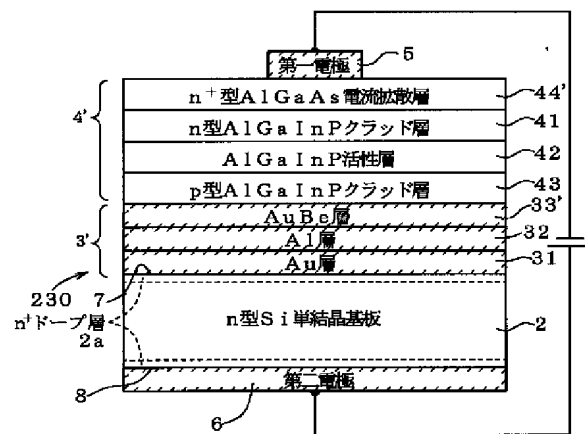
【図7】



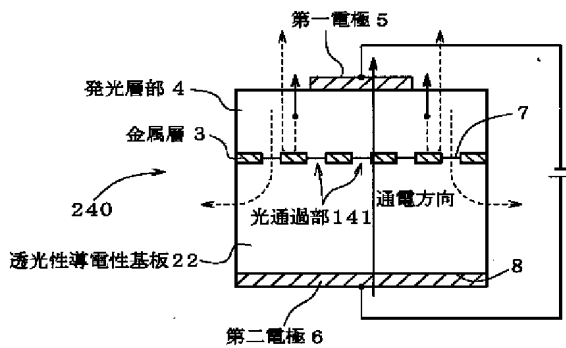
【図10】



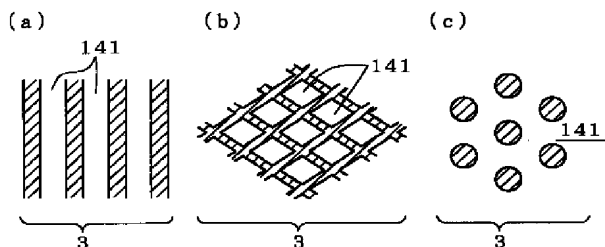
【図11】



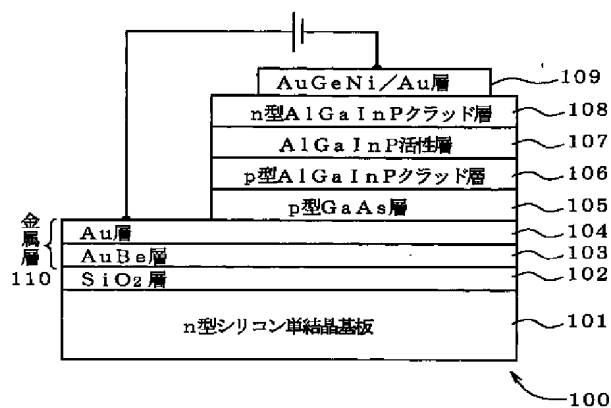
【図12】



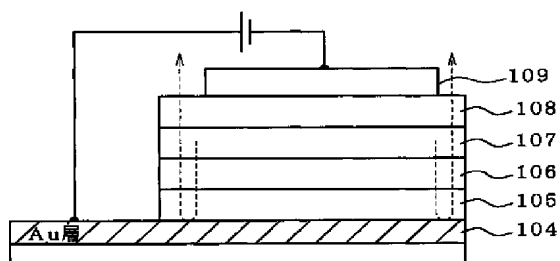
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 能登 宣彦  
群馬県安中市礪部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体礪部研究所内

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA04 CA33 CA34 CA35  
CA74 CA77 CA85 CA91 CA92  
CA98 CA99 CB15

(11)Publication number : 2001-339100 (51)Int.Cl. H01L 33/00  
(43)Date of publication of application : 07.12.2001  
(21)Application number : 2000-160696 (71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD  
(22)Date of filing : 30.05.2000 (72)Inventor : YASUTOMI KEIZO  
TAKAHASHI MASANORI  
NOTO NOBUHIKO

**(54) LIGHT EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD**

**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting element excellent in convenience wherein light leading-out efficiency from an element is superior and terminal leading-out structure of the element is simple.

SOLUTION: A metal layer 3, a light emitting layer 4 and a first electrode 5 are formed in this order on the first main surface 7 side of a conductive substrate 2. A current is applied to the light emitting layer 4 through the first electrode 5 and the conductive substrate 2. By using reflection of the metal layer 3, superior light leading-out efficiency can be realized, and further electrodes or terminals can be formed on both sides of the light emitting element.

**Disclaimer**

This is a machine translation performed by INPIT (<http://www.ipdl.inpit.go.jp>) and received and compiled with PatBot (<http://www.patbot.de>). PatBot can't make any guarantees that this translation is received and displayed completely!

**Notices from INPIT**

Copyright (C) JPO, INPIT

The JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A light emitting device which a metal layer, a luminous layer part, and the first electrode are formed in the first main table side side of a conductive substrate in this order, and is characterized by energization to said luminous layer part being possible through said first electrode and said conductive substrate.

[Claim 2]The light emitting device according to claim 1 which said conductive substrate is a silicon single crystal substrate, and is characterized by forming the second electrode in the second main table side side of this silicon single crystal substrate.

[Claim 3]The light emitting device according to claim 2, wherein said metal layer is formed directly in contact with said silicon single crystal substrate.

[Claim 4]The light emitting device according to claim 3, wherein said metal layer is formed in the main ingredients in Au.

[Claim 5]The light emitting device according to claim 3, wherein said metal layer contains the first metal layer that touches said silicon single crystal substrate, and the second metal layer that touches said luminous layer part.

[Claim 6]Said metal layer between said first metal layer and said second metal layer, including further an intermediate metal layer which touches said first metal layer said first metal layer, The light emitting device according to claim 5 currently forming in the main ingredients silicon and a metallic component which is easy to alloy rather than a metallic component used as the main ingredients of said intermediate metal layer.

[Claim 7]The light emitting device according to claim 6, wherein said first metal layer is formed in the main ingredients in a metallic component whose eutectic temperature with silicon is lower than a metallic component used as the main ingredients of said intermediate metal layer.

[Claim 8]The light emitting device according to claim 7, wherein said first metal layer is formed in the main ingredients in Au and said intermediate metal layer is formed in the main ingredients in aluminum.

[Claim 9]The light emitting device according to claim 5 or 6, wherein said second metal layer is constituted by subject in Au.

[Claim 10]The light emitting device according to claim 1, wherein said conductive substrate is formed with construction material which has translucency and a light passing section is formed in said metal layer.

[Claim 11]The light emitting device according to claim 10, wherein a conductive substrate of said translucency is a GaP substrate.

[Claim 12]The first conductivity type clad layer to which said luminous layer part is located in said first electrode side, It has a terrorism structure layer to double which consists of the second conductivity type clad layer located in said metallic layer side, and an active layer formed between said first conductivity type clad layer and said second conductivity type clad layer, The light emitting device according to claim 1 having the first conductivity-type current diffusion layer formed between said first electrode and said first conductivity type clad layer.

[Claim 13]The light emitting device according to claim 12, wherein said first conductivity type clad layer and said current diffusion layer are p types.

[Claim 14]The light emitting device according to claim 12 or 13, wherein a terrorism structure layer comprises an AlGaInP mix crystal to said double and said current diffusion layer comprises an AlGaAs mix crystal or an AlGaAsP mix crystal.

[Claim 15]A process which grows a luminous layer part epitaxially on a semiconductor single crystal substrate, A manufacturing method of a light emitting device performing a jointing treatment process of joining the first main table side of a conductive substrate, and the first main table side of said luminous layer part only via a metal layer, and a process of separating or removing said semiconductor single crystal substrate in this order.

[Claim 16]Said luminous layer part by removing said growth phase for separation selectively after joining to said conductive substrate via said metal layer by forming a growth phase for separation beforehand between said luminous layer part and said semiconductor single crystal substrate, A manufacturing method of the light emitting device according to claim 15 separating said semiconductor single crystal substrate from said luminous layer part.

[Claim 17]A manufacturing method of the light emitting device according to claim 15 or 16, wherein said jointing treatment is the jointing treatment by heating.

[Claim 18]A manufacturing method of the light emitting device according to claim 17, wherein said jointing treatment joins a metal layer formed in contact with the first main table side of said conductive substrate to the first main table side of said luminous layer part.

[Claim 19]A manufacturing method of the light emitting device according to claim 17, wherein said jointing treatment joins a metal layer formed in contact with the first main table side of said luminous layer part to the first main table side of said conductive substrate.

[Claim 20]A manufacturing method of the light emitting device according to claim 17, wherein said jointing treatment joins a metal layer formed in contact with the first main table side of said luminous layer part to a metal layer formed in contact with the first main table side of said conductive substrate.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a light emitting device and its manufacturing method.

[0002]

[Description of the Prior Art]The photoelectric conversion efficiency in the inside of an element is approaching a theoretical limit gradually as a result of the progress over many years in the material and element structure which are used for light emitting devices, such as a light emitting diode and a semiconductor laser. Therefore, when it is going to obtain a much more high-intensity element, the optical drawing efficiency from an element becomes very important. The method of joining the semiconductor substrate of a light transmittance state to a luminous layer part is proposed so that the light which goes to the substrate side from a luminous layer part can also be contributed to luminescence as a method of raising optical drawing efficiency. However, when it is going to join the semiconductor substrate of a light transmittance state to a luminous layer part directly, since the process will generally become complicated easily and the jointing treatment in an elevated temperature is needed, there is a problem on which a luminous layer part deteriorates easily.

[0003]Next, the light emitting device in which the luminous layer part was formed with the AlGaInP mix crystal, A high-intensity element is realizable by adopting terrorism structure to the double which inserted the thin AlGaInP (or GaInP) active layer into sandwich shape by a n type AlGaInP clad layer and a p type AlGaInP clad layer with a larger band gap than it. Terrorism structure can be formed in such AlGaInP double by growing epitaxially each layer which consists of



an AlGaInP mix crystal on a GaAs single crystal substrate using an AlGaInP mix crystal carrying out lattice matching to GaAs. And when using this as a light emitting device, a GaAs single crystal substrate is usually used as an element substrate as it is in many cases. However, as for the AlGaInP mix crystal which constitutes a luminous layer part, since the band gap is larger than GaAs, the light which emitted light is absorbed by the GaAs substrate and sufficient optical drawing efficiency has a stake difficulty in obtaining. In order to solve this problem, the method (for example, JP,H7-66455,A) of inserting the reflecting layer which consists of a semiconductor multilayer film between a substrate and a light emitting device is also proposed, but. Since the difference in the refractive index of the laminated semiconductor layer is used, only the light which entered at the limited angle is reflected and the large improvement in optical drawing efficiency cannot be expected theoretically.

[0004]On the other hand, the proposal which inserts in the latest document (Applied Physics Letters, 75(1999)3054) the metal layer which made Au the subject between the luminous layer part and silicon single crystal substrate which have terrorism structure to AlGaInP double as shown in drawing 14 is made. The light emitting device 100 shown in drawing 14 specifically, On the SiO<sub>2</sub> layer 102 oxidized and formed, the n type silicon single crystal substrate 101, The AuBe layer 103 and Au layer 104 are formed as the metal layer 110, Furthermore, the electrode 109 which consists of the p type GaAs cap layer 105, the p type AlGaInP clad layer 106 which makes terrorism structure to double, AlGaInP active layer 107, n type AlGaInP clad layer 108, and AuGeNi/Au layer is formed. The light generated in the active layer 107 is reflected by Au layer 104, as shown in drawing 15.

[0005]According to this structure, since the metal layer 110 functions as a reflector, high reflectance independent of the degree of incidence angle is realized, and optical drawing efficiency can be raised substantially. However, since it is impossible to grow up AlGaInP mixed crystal layers directly on a metal layer in this case, the following methods are adopted. First, the silicon single crystal substrate 101 which formed the metal layer 110 by vacuum evaporation, and the GaAs single crystal substrate which grew epitaxially the luminous layer part and the GaAs cap layer 105 which have the terrorism structures 106, 107, and 108 to AlGaInP double are prepared independently. Subsequently, after joining both substrates between the metal layer 110 and the cap layer 105, a GaAs single crystal substrate is removed, a required electrode is formed, and it is considered as an element.

[0006]

[Problem to be solved by the invention]As what was covered with the thick insulator layer 102 which consists of SiO<sub>2</sub> in the element indicated by above-mentioned document as the silicon single crystal substrate 101 in which the metal layer 110 is formed is used and it is shown in drawing 14, It is made to perform energization to the cap layer 105 and the luminous layer parts 106-108, without passing the insulator layer 102 between said Au layer 104 and the electrode 109, using as an electrode the portion exposed to the outside of the cap layer 105 and the luminous layer parts 106-108 in Au layer 104. therefore -- this structure -- the terminal drawing structure of an element -- complicated -- not becoming -- it does not obtain but there is a fault which leads to \*\*\*\* of a production man hour and by extension, a price hike of an element.

[0007]Optical drawing efficiency from an element of problem of this invention is good, and in addition, its terminal drawing structure of an element is simple, and there is in providing a light emitting device excellent in convenience, and its manufacturing method.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect]In order to solve the above-mentioned problem, a metal layer, a luminous layer part, and the first electrode are formed in the first main table side side of a conductive substrate in this order, and a light emitting device of this invention is characterized by

energization to a luminous layer part being possible through the first electrode and a conductive substrate.

[0009]According to the above-mentioned structure, in addition to good optical drawing efficiency being realizable, in a light emitting device which inserted a metal layer between a substrate and a luminous layer part, it becomes possible by using a reflection by a metal layer to form an electrode or a terminal in both sides of a light emitting device. It becomes unnecessary that is, to use complicated structure of unlike a light emitting device (drawing 14) of the document exposing a metal layer to the side of a luminous layer part, and forming a terminal takeoff connection. Therefore, while terminal drawing structure of an element is simplified substantially and being able to reduce a chip size, a light emitting device excellent in convenience is realized.

[0010]As are shown in drawing 1, and are shown in (a), and the first electrode side shows (b) also with polarity used as negative, the first electrode side is all possible for an energizing direction to the layered product 9 which consists of the conductive substrate 2, the metal layer 3, and the luminous layer part 4 also at polarity used as positive. In this case, built-up sequence of heterojunction structure in the luminous layer part 4 becomes reverse at (a) and (b).

[0011]The conductive substrate 2 can also be used as semiconductors, such as a silicon single crystal, and can also be used as metal, such as aluminum. When using the conductive substrate 2 as a semiconductor, as shown in drawing 1, the second electrode 6 is formed in the second main table side side of the conductive substrate 2, and the second terminal 12 is further formed in this second electrode 6. In this case, it becomes a form where energization is made between the first electrode 5 and the second electrode 6. On the other hand, since the second terminal 12 forms directly at the conductive substrate 2 when using the conductive substrate 2 as metal, the second electrode 6 can also be omitted. When adopting a semiconductor as the conductive substrate 2, in two viewpoints, performing energization through the conductive substrate 2 convenient, and raising bonding strength of the metal layer 3 and the conductive substrate 2, it is desirable to adopt structure where direct contact of the conductive substrate 2 and the metal layer 3 was carried out.

[0012]The first electrode 5 can form a part of surface of the luminous layer part 4 with a wrap form. In this case, at least a part of light 14 which goes to the metal layer 3 side among the lights 13 and 14 generated in an active layer of the luminous layer part 4 can be reflected by this metal layer 3, and that reflected light 15 can be made to leak from a field which is not covered with the first electrode 5 of the luminous layer part surface. Thereby much more good optical drawing efficiency is realizable.

[0013]The above light emitting devices 1 can be manufactured by piling up and carrying out jointing treatment of the conductive substrate 2 and the luminous layer part 4 via the metal layer 3 in a joining scheduled surface.

[0014]Specifically, it can manufacture with a manufacturing method of this invention shown below. Namely, a process to which a manufacturing method of this invention grows the luminous layer part 4 epitaxially on a semiconductor single crystal substrate, A jointing treatment process of joining the first main table side of the conductive substrate 2 and the first main table side of the luminous layer part 4 only via the metal layer 3, and a process of separating or removing said semiconductor single crystal substrate are performed in this order. Jointing treatment can be made into jointing treatment by heating, for example.

[0015]In an above-mentioned method, the conductive substrate 2 and the luminous layer part 4 are joined only via the metal layer 3. It not only can raise bonding strength, but an electrical continuity state between the conductive substrate 2 and the metal layer 3 is securable good by joining the conductive substrate 2 and the luminous layer part 4 only by the metal layer 3, without passing insulating coatings, such as SiO<sub>2</sub>, unlike aforementioned document. If it is made to join in

a form where a substrate and a part of metal layer are made to alloy especially when the conductive substrate 2 is a silicon single crystal, a compound semiconductor single crystal, or a mix crystal, bonding strength can be raised further.

[0016]

[Mode for carrying out the invention]An embodiment of the invention is described using attached Drawings. Drawing 1 (a) is a key map showing the light emitting device 1 which is one embodiment of this invention. The metal layer 3, the luminous layer part 4, and the first electrode 5 are formed in the light emitting device 1 in this order at the first main table side 7 side of the conductive substrate 2. The first electrode 5 is formed with a wrap form in a part of surface of the luminous layer part 4. the second electrode 6 is formed in the second main table side 8 side of the conductive substrate 2, the luminous layer part 4 and the metal layer 3 are inserted, and energization to the luminous layer (namely, -- leading first electrode 5 and conductive substrate 2) part 4 is performed between the first electrode 5 and the second electrode 6.

[0017]Drawing 2 shows more concrete composition of the light emitting device 1. The conductive substrate 2 is used as a n type Si (silicon) monocrystal substrate, and the metal layer 3 is provided with the following.

The first metal layer 31 formed in contact with Si single crystal substrate 2.

The intermediate metal layer 32 which touches this first metal layer 31 at the luminous layer part 4 side.

The second metal layer 33 formed in contact with the luminous layer part 4.

Also when Si single crystal substrate 2 performs heating junction mentioned later, in order that it may not produce modification by heat stress etc. easily and may tend to alloy it with some specific metal (for example, Au), there is an advantage which is easy to realize joining structure with high intensity. In this case, by using as the main ingredients a metallic component which is easier to alloy this first metal layer 31 with Si than a metallic component used as the main ingredients of the intermediate metal layer 32, and forming it, Alloying with the metal layer 3 and Si single crystal substrate 2 is mainly stopped in the first metal layer 31, and it becomes possible to control attaining to the intermediate metal layer 32. Thereby, an area rate of a metallic phase in a joining interface of the metal layer 3 and the luminous layer part 4 is raised, and the surface smoothness of a joining interface can be kept good. All contribute to improvement in reflectance in a joining interface.

[0018]In this case, the first metal layer 31 can form in the main ingredients a metallic component whose eutectic temperature with Si is lower than a metallic component used as the main ingredients of the intermediate metal layer 32. Degradation of the luminous layer part 4, etc. can be made hard to be able to low-temperature-ize heating welding temperature by using as the main ingredients of the first metal layer 31 an ingredient which forms a eutectic crystal at low temperature comparatively between silicon with the high melting point, and to produce by extension. As a concrete example, the first metal layer 31 can constitute Au(s), such as an Au layer or an AuGe alloy (for example, thing whose germanium content is about 12 weight %) layer, in the main ingredients, and the intermediate metal layer 32 can constitute aluminum for an Al layer or an Al alloy layer in the main ingredients. Eutectic temperature of Au and Si is about 363 \*\*, and eutectic temperature of aluminum and Si is about 577 \*\*. As for the intermediate metal layer 32, it is desirable between Au(s) to constitute metal which, if possible, does not form a eutectic crystal with the low melting point in the main ingredients in the intermediate metal layer 32 and a viewpoint been [ a viewpoint / it ] hard and carried out in influence of alloying with the intermediate metal layer 32 and Si single crystal substrate 2. aluminum is desirable as the main ingredients of the intermediate metal layer 32 in this viewpoint. Except aluminum, ingredients, such as Ag, Cu, nickel, Pd, or Pt, are

also employable.

[0019]As for Si single crystal substrate 2, in order to improve the metal layer 3 and ohmic contact nature with the second electrode 6, it is desirable to adopt what formed the high concentration doped layer 2a in the first principal surface and second principal surface side (for example, double-sided diffused wafer to which thermal diffusion of the high-concentration dopant was carried out). Or it is possible to use what doped As and B to high concentration, for example as Si single crystal substrate 2. According to this embodiment, n type Si single crystal substrate 2 in which the n+ doped layer 2a was formed to both sides is used.

[0020]Next, in this embodiment, between the intermediate metal layer 32 and the luminous layer part 4, while touching n type AlGaInP clad layer 41, the second metal layer 33 that reflects light from the luminous layer part 4 is formed.

[0021]As construction material of said second metal layer 33, what is constituted by subject, for example in Au can be illustrated. According to this embodiment, the second metal layer 33 is formed with an Au-germanium alloy. germanium content in an Au-germanium alloy to be used is good to consider it as 1 - 3 mass %. The second metal layer 33 can also be made into an Au layer.

[0022]Next, the luminous layer part 4, It shall have a terrorism structure layer to double which consists of the first conductivity type clad layer 43 located in the first electrode 5 side, the second conductivity type clad layer 41 located in the metal layer 3 side, and the active layer 42 formed between the first conductivity type clad layer 43 and the second conductivity type clad layer 41. Since a hole and an electron which were poured in from both the cladding layers 43 and 41 by adopting such a structure shut up in narrow space of the active layer 42 and recombine efficiently with a \*\*\*\* form, a high-intensity element is realizable. In order to raise optical drawing efficiency by reflection, the second conductivity type clad layer 41 and the metal layer 3 are good to be formed directly. However, in order to drop operating voltage, it is also possible to insert a thin film of a high concentration dope between the second conductivity type clad layer 41 and the metal layer 3.

[0023]The terrorism structure layer can specifically consist of AlGaInP mix crystals to double. Specifically, the active layer 42 which consists of an AlGaInP mix crystal or a GaInP mix crystal can be made into structure inserted by the p type AlGaInP clad layer 43 and n type AlGaInP clad layer 41. AlGaInP is a semiconductor which has a big band gap with a transited [ directly ] type, and with an energy barrier resulting from band gap difference with the cladding layers 43 and 41 formed in both sides of the active layer 42. Since a hole and an electron which were poured in are shut up into the narrow active layer 42 and recombine efficiently, very high luminous efficiency is realizable. By presentation adjustment of the active layer 42, it can apply to a red spectrum region from green, and a wide range luminous wavelength can be realized. In the light emitting device 1 of drawing 2, the p type AlGaInP clad layer 43 is arranged at the first electrode 5 side, and the first electrode 5 side of energization polarity is positive.

[0024]Next, between the first electrode 5 and the first conductivity type clad layer 43, the current diffusion layer 44 of the same conductivity type as this first conductivity type clad layer 43 is formed. Since the first electrode 5 is formed with a wrap form, a part of surface of the luminous layer part 4, It becomes possible to diffuse current so that it may become uniform to the terrorism structure layers 41, 42, and 43 at field inboard to double by forming the current diffusion layer 44, and a high-intensity luminescent state can be acquired also in a field which is not covered with the first electrode 5. As a result, intensity of a reflected light by the metal layer 3 also becomes strong from the first, and since the direct light in the field concerned can take out the light efficiently, without being further interfered by the first electrode 5, it can raise light emitting luminance of the whole element substantially.

[0025]The current diffusion layer 44 can consist of an AlGaAs mix crystal or an AlGaAsP mix crystal. Since an AlGaAs mix crystal or an AlGaAsP mix crystal has small lattice constant difference with GaAs and lattice matching nature with a GaAs single crystal substrate is high, even if it grows an AlGaInP mix crystal epitaxially further on it, there is an advantage which is easy to maintain good compatibility. According to an embodiment of drawing 2, the current diffusion layer 44 is formed in high concentration with a p+ type AlGaAsP mix crystal which doped an impurity.

[0026]In the light emitting device 1 of drawing 2, for a start [ : ] which can illustrate the following numerical values as an example of thickness of each layer 31= 200 nm of metal layers, 32= 100 nm of intermediate metal layers, 33= 200 nm of the second metal layer, 41= 1000 nm of n type AlGaInP clad layers, 42= 600 nm of AlGaInP active layers, 41= 1000 nm of p type AlGaInP clad layers, 44= 1000 nm of p+ type AlGaAsP current diffusion layers. For example, an Au layer and an AuBe layer can constitute the first electrode 5, nickel layer can constitute the second electrode 6, and thickness can be about 1000 nm, respectively.

[0027]Hereafter, a manufacturing method of the light emitting device 1 of drawing 1 is explained. First, as shown in drawing 3 (a), to the first main table side 81 of GaAs single crystal substrate 61 which is a semiconductor single crystal substrate as the luminous layer part 4, The p+ type AlGaAsP current diffusion layer 44, the p type AlGaInP clad layer 43, AlGaInP active layer 42, and n type AlGaInP clad layer 41 are grown epitaxially into this order. Epitaxial growth of these each layers can be performed by an organic metal vapor-phase-epitaxial-growth (MetalorganicVapor Phase Epitaxy:MOVPE) method.

[0028]Next, as shown in drawing 3 (b), the AuGe layer (the second metal layer) 33, Al layer (intermediate metal layer) 32, and Au layer (the first metal layer) 31 are formed in this order as the metal layer 3 on n type AlGaInP clad layer 41 of the luminous layer part 4. Formation of each layer can be performed, for example with publicly known physical vapor deposition, such as a vacuum deposition method or a sputtering method. And the metal layer 3 side of the layered substrate 63 which did in this way and formed the metal layer 3 is laid on top of the first main table side 7 of Si single crystal substrate 2 (drawing 3 (c)), and jointing treatment is performed by heating at 300 \*\* - 500 \*\*. Heating is performed, for example in a nitrogen atmosphere. Thereby, Au layer 31 is joined by the main table side 7 of Si single crystal substrate 2. As for jointing treatment, it is more desirable to carry out, for example right above Au-Si eutectic temperature (for example, 370 \*\* - around 400 \*\*).

[0029]At the above-mentioned jointing treatment temperature, in the case of junction of a part or the whole of Au layer 31, an eutectic reaction is carried out to Si of Si single crystal substrate 2, and it becomes an Au-Si alloy layer. A presentation of an Au-Si alloy layer formed is Au-2 - 6 mass %Si, for example. On the other hand, although aluminum which constitutes Al layer 32 generates an intermetallic compound of various presentations between Au(s), in order that all these intermetallic compounds may generate the liquid phase by an eutectic reaction at 300 \*\* - 500 \*\* which is welding temperature, it is comparatively hard to cause alloying between aluminum. As a result, influence of alloying with Au layer 31 at the time of jointing treatment and Si becomes difficult to attain to Au-Ge layer 33 which makes the second metal layer, and light reflex ability of Au-Ge layer 33 can be raised.

[0030]If jointing treatment is completed, as shown in drawing 3 (d), the light emitting element substrate 1a of multilayer structure will be obtained by removing GaAs single crystal substrate 61. Chemical etching can perform removal of GaAs single crystal substrate 61, for example. On the other hand, as shown in drawing 5 (a), the growth phase 62 for separation is beforehand formed between the luminous layer part 4 and GaAs single crystal substrate 61 as a semiconductor single crystal substrate, As shown the luminous layer part 4 in (b), after joining to Si single crystal substrate 2 which is a conductive substrate via the

metal layer 3, it may be made to separate the luminous layer part 4 and GaAs single crystal substrate 61 by removing the growth phase 62 for separation selectively, as shown in (c). In this case, as for the growth phase 62 for separation, it is desirable to constitute from soluble high construction material over an etching reagent more specific than the luminous layer part 4 that it can grow epitaxially on GaAs single crystal substrate 61.

[0031] For example, when the current diffusion layer 44 comprises an AlGaAs mix crystal, the growth phase 62 for separation can consist of AlAs single crystal layers. In this case, it is good to use sulfuric acid/hydrogen peroxide solution ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ ) as an etching reagent. Although there is almost no corrosiveness over the AlGaInP mix crystal which makes the terrorism structure layers 41, 42, and 43 to the AlGaAs mix crystal or double this etching reagent makes the current diffusion layer 44, to an AlAs single crystal layer, it has remarkable corrosiveness. Therefore, by immersing the multilayer joined substrate 67 formed including the growth phase 62 for separation in this etching reagent, the growth phase 62 for separation is dissolved and removed selectively, and GaAs single crystal substrate 61 can be separated easily.

[0032] The light emitting element substrate 1a removed thru/or separated GaAs single crystal substrate 61, The first electrode 5 is formed in the current diffusion layer 44 side, the second electrode 6 is formed in the second main table side 8 side of Si single crystal substrate 2, respectively, the semiconductor chip is adhered to a base material after dicing, and the light emitting device 1 shown in drawing 2 is obtained by carrying out wirebonding of the lead and carrying out a resin seal further.

[0033] In an embodiment shown in drawing 3, jointing treatment was performed in a form which joins the metal layer 3 formed in contact with the first main table side side of the luminous layer part 4 to the first main table side 7 of the conductive substrate 2. On the other hand, jointing treatment may be performed in a form which joins the metal layer 3 formed in contact with the first main table side 7 of the conductive substrate 2 to the first main table side 82 of the luminous layer part 4, as shown in drawing 4 (a). According to this embodiment, laminating formation of Au layer 31, Al layer 32, and the AuGe layer 33 is carried out in this order as the metal layer 3 on the first main table side 7 of Si single crystal substrate 2, and it is made to perform jointing treatment by making the first main table side 82 of the luminous layer part 4 carry out direct contact of that metal layer 3, and heating.

[0034] Jointing treatment can also be performed in a form which joins the metal layers 32 and 33 formed in contact with the first main table side 82 of the luminous layer part 4 to the metal layer 31 formed in contact with the first main table side 7 of Si single crystal substrate 2 which is a conductive substrate, as shown in drawing 4 (b). According to an embodiment shown in a figure, a joining interface is made to be formed between Al layer 32 which turns into an intermediate layer, and Au layer 31 used as the first metal layer. For example, at jointing treatment temperature, a good jointing condition can be acquired by making Au of Au layer 31 react to Si of Si single crystal substrate 2, generating eutectic crystal melt, getting wet with Al layer 32 and contacting the eutectic crystal melt.

[0035] As shown in drawing 6 and drawing 7, various modification can be added to composition of the metal layer 3. In the light emitting device 200 of drawing 6, the metal layer 3 is formed only of Au layer 33. However, as for Au layer 33, the part serves as Au-Si alloy at least. The light emitting device 210 of drawing 7 is the example which formed the metal layer 3 by two-layer [ of the AuGe alloy layer 33 located in the luminous layer part 4 side, and Au layer 31 located in the Si-single-crystal-substrate 2 side ]. In any case, it is desirable to perform jointing treatment in a form where treatment temperature is low set up a little near the eutectic temperature of Si-Au or rather than it.

[0036] Although each of first conductivity type clad layers and current diffusion layers showed an example which is a p type by the light emitting device 1, 200, 210 of drawing 2, drawing 6, and drawing 7, as shown in drawing 11, composition which

uses the first conductivity type clad layer and a current diffusion layer as a n type is also possible. In this light emitting device 230, Au layer (the first metal layer) 31, Al layer (intermediate metal layer) 32, and AuBe layer (second metal layer) 33' are formed in this order as metal layer 3' on the first main table side 7 of Si single crystal substrate 2. moreover -- as luminous layer part 4' -- the metal layer 3 -- 'a side to the p type AlGaInP clad layer 43, AlGaInP active layer 42, n type AlGaInP clad layer 41, and the n+ type AlGaAs current diffusion layer 44' are formed. Built-up sequence of the layers 41, 42, and 43 of this light emitting device 230 is completely contrary to the light emitting device 1 of drawing 1, and the first electrode 5 side of energization polarity is negative.

[0037]The advantage by adopting this structure is as follows. Namely, if what grew the luminous layer part 4 epitaxially on GaAs single crystal substrate 61 is joined to Si single crystal substrate 2 via the metal layer 3 and GaAs single crystal substrate 61 is removed after that as shown in drawing 9, As shown in drawing 9 (b), curvature may arise in a light emitting element substrate obtained. The cause which this curvature produces is as follows. That is, as shown in drawing 10, in the AlGaAs current diffusion layer 44 grown epitaxially on GaAs single crystal substrate 61, elastic consistency distortion for carrying out lattice matching to GaAs single crystal substrate 61 has arisen. Since the grating constant of AlAs being somewhat larger than a grating constant of GaAs, speaking concretely, will be arisen by elastic strain of a compression direction within a field in the AlGaAs current diffusion layer 44 side. And when GaAs single crystal substrate 61 is removed, an elastic strain of the AlGaAs current diffusion layer 44 is released in a form elongated to field inboard, as a result, as shown in drawing 9 (b), it is a form where the AlGaAs current diffusion layer 44 side serves as a convex, and curvature will generate it in a light emitting element substrate. If such curvature occurs, a crack may be introduced into a luminous layer and it is not desirable.

[0038]By the way, current diffusion effect with the current diffusion layer 44 sufficient by thickness with few n types with which a majority carrier serves as an electron than the p type thing from which the hole where effective mass is large serves as a majority carrier generally is acquired. Therefore, as shown in drawing 10 (b), the way of a n type thing (44') can make thinner than the p type thing (44) shown in (a) the AlGaAs current diffusion layer which grows GaAs single crystal substrate 61 epitaxially. If the thickness of an AlGaAs current diffusion layer becomes small, elastic strain energy released when GaAs single crystal substrate 61 is removed, and curvature of the substrate which appears as work which becomes small and the released energy performs can be made small. That is, as shown in drawing 11, the curvature produced in a light emitting element substrate is mitigable by adopting the structure which uses the first conductivity type clad layer and a current diffusion layer as a n type.

[0039]Thickness of current diffusion layer 44' which consists of n+ type an AlGaAs mix crystal or an AlGaAsP mix crystal doped to high concentration is good to be referred to as 10 nm - 1000 nm. The thickness of each layers other than this can adopt the same thing as the light emitting device 1 of drawing 2.

[0040]A current diffusion effect in a heterojunction interface in the luminous layer part 4 can be heightened by choosing a presentation of the current diffusion layer 44 appropriately, and enlarging band discontinuous quantity with a cladding layer which this current diffusion layer 44 touches. In this case, it is effective when aiming at curvature prevention of a light emitting element substrate obtained by becoming possible to also make thickness of the current diffusion layer 44 small.

[0041]Next, as shown in drawing 8, it is also possible to replace a conductive substrate with semiconductors, such as a Si single crystal, and to use metal. In the light emitting device 220 shown in drawing 8, Al substrate 21 is used as the conductive substrate 2. As the metal layer 3, a thing of two-layer structure

which has arranged Au layer 31 to the Al substrate 21 side, and has arranged the Au-germanium alloy layer 33 to the luminous layer part 4 side is adopted. It becomes possible to omit the second electrode by using metal for the conductive substrate 2. As construction material of metal used as the conductive substrate 2, it is also possible to use Sn in addition to aluminum.

[0042]In the embodiment shown in drawing 4 - drawing 11, although the current diffusion layer is formed with the AlGaAs mix crystal, an AlGaAsP mix crystal may be used like drawing 2.

[0043]Although the conductive substrate 2 constituted a Si single crystal or metal from an embodiment described above with the construction material which does not have translucency substantially, it is also possible to form with the construction material which has translucency like the light emitting device 240 shown in drawing 12. In this case, the light passing section 141 can be formed in the metal layer 3. By doing in this way, contribution of the both sides of the reflected light by the metal layer 3 and the transmitted light which entered into the conductive substrate 22 side of translucency through the light passing section 141 can raise optical drawing efficiency now. In this case, if the second main table side 8 of the conductive substrate 22 of translucency is covered by the second metal electrode 6, the contribution to the optical drawing improve efficiency by the reflected light in the surface of the second electrode 6 is also expectable. As the conductive substrate 22 of translucency, a GaP substrate can be used, for example. The laminated structure of the luminous layer part 4 and the metal layer 3 can adopt the same thing as drawing 2, drawing 7, drawing 11, etc. as the metal layer 3 except for the point which forms the light passing section 141.

[0044]In order to form the light passing section 141 in the metal layer 3, the method of patterning the metal layer 3 with masking etc. at the time of the stratification is employable. For example, as shown in drawing 13 (a), the patterning of the metal layer 3 can be carried out to a line, and the light passing section 141 can be formed between adjoining linear metal layer fields at slit shape. As shown in drawing 13 (b), the patterning of the metal layer 3 can be carried out to mesh texture, and the meshes of a net can also be made into the light passing section 141. If the patterning of the metal layer 3 is carried out to the shape of a dissemination, or island shape as shown in drawing 13 (c), the background parts of each metal layer field are utilizable as the light passing section 141.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

##### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The mimetic diagram showing some examples of outline structure of the light emitting device of this invention.

[Drawing 2]The mimetic diagram showing the example of the concrete laminated structure of the light emitting device of drawing 1 (a).

[Drawing 3]The explanatory view showing the first example of a manufacturing process of the light emitting device of drawing 2.

[Drawing 4]The explanatory view showing the second example similarly.

[Drawing 5]The explanatory view showing the third example similarly.

[Drawing 6]The mimetic diagram showing the first modification of a metal layer in the light emitting device of drawing 2.

[Drawing 7]The mimetic diagram showing the second modification similarly.

[Drawing 8]The mimetic diagram showing the example of the light emitting device using a metallic base.

[Drawing 9]The figure explaining signs that curvature occurs in the light



emitting element substrate obtained by removing a semiconductor single crystal substrate after junction.

[Drawing 10]The figure explaining the difference in layer thickness with the case where it is considered as the case where the conductivity type of a current diffusion layer is used as a p type, and a n type.

[Drawing 11]The mimetic diagram showing the example of the light emitting device which used the cladding layer and current diffusion layer by the side of the first electrode as the n type.

[Drawing 12]The mimetic diagram showing the example of the light emitting device which uses the conductive substrate board of translucency and forms a light passing section in a metal layer with the operation.

[Drawing 13]The mimetic diagram showing various patterns of the light passing section formed in a metal layer.

[Drawing 14]The mimetic diagram showing the structure of the conventional light emitting device.

[Drawing 15]The mimetic diagram showing the reflex path of the light by the light emitting device of drawing 14.

[Explanations of letters or numerals]

1, 100, and 200, 210, 220, 240 Light emitting device

2 Conductive substrate

3 Metal layer

4 Luminous layer part

5 The first electrode

6 The second electrode

21 Metallic base (conductive substrate)

31 The first metal layer

32 Intermediate metal layer

33 The second metal layer

41 N type AlGaInP clad layer

42 AlGaInP active layer

43 P type AlGaInP clad layer

44 Current diffusion layer

61 Semiconductor single crystal substrate

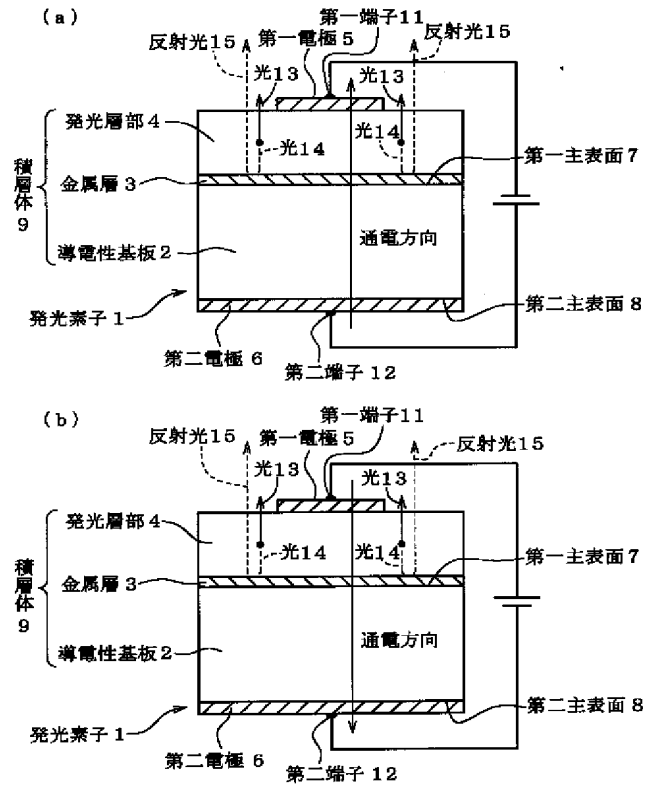
141 Light passing section

---

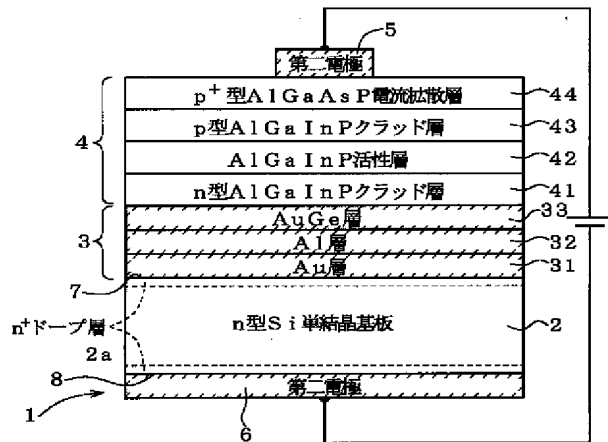
## DRAWINGS

---

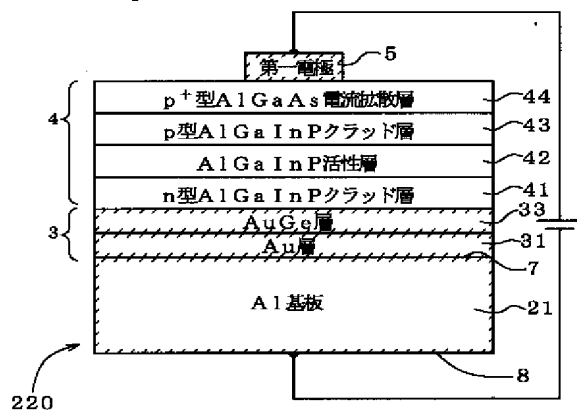
[Drawing 1]



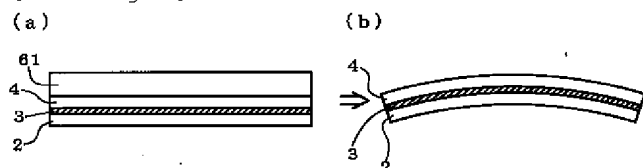
[Drawing 2]



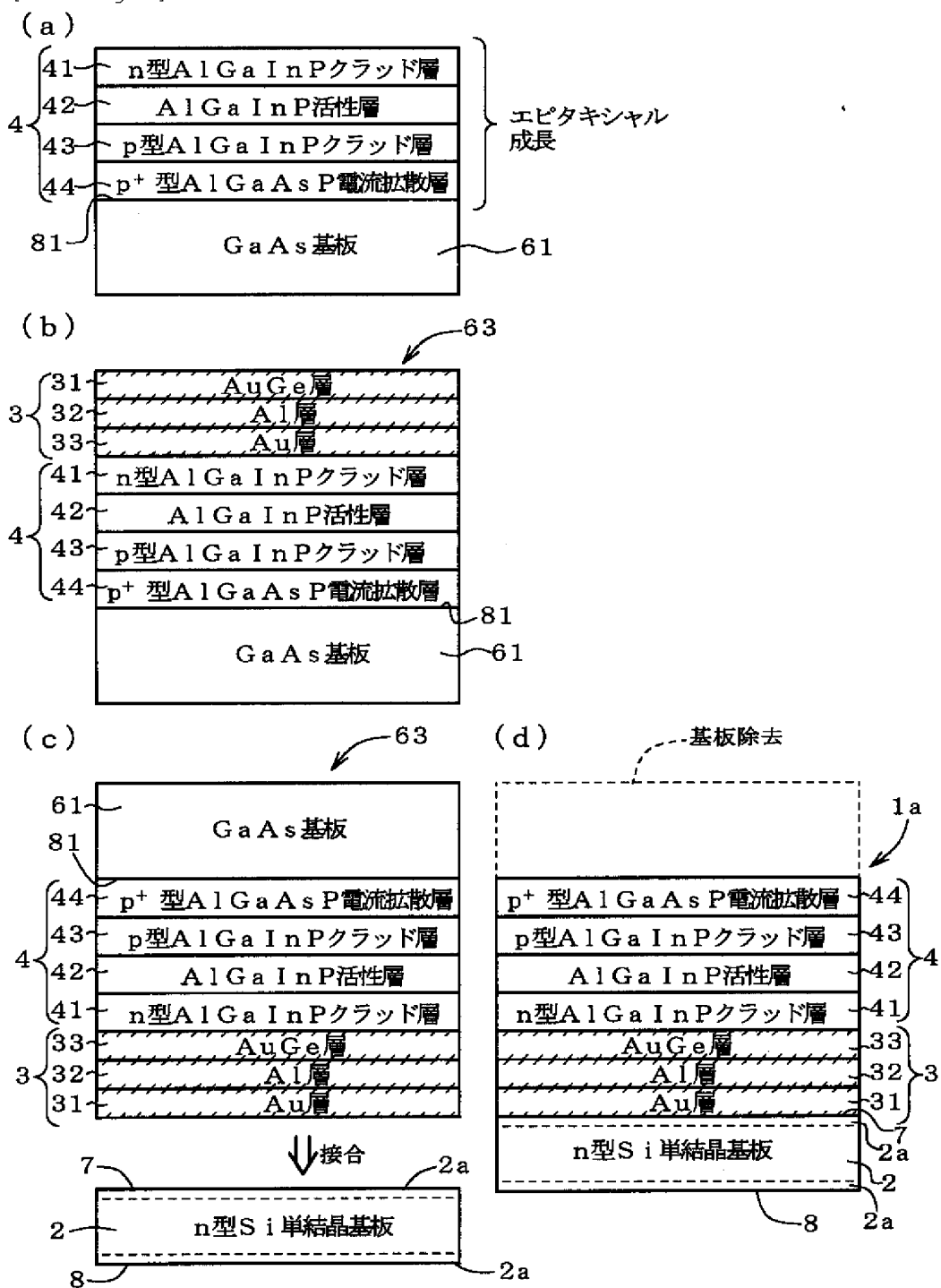
[Drawing 8]



[Drawing 9]

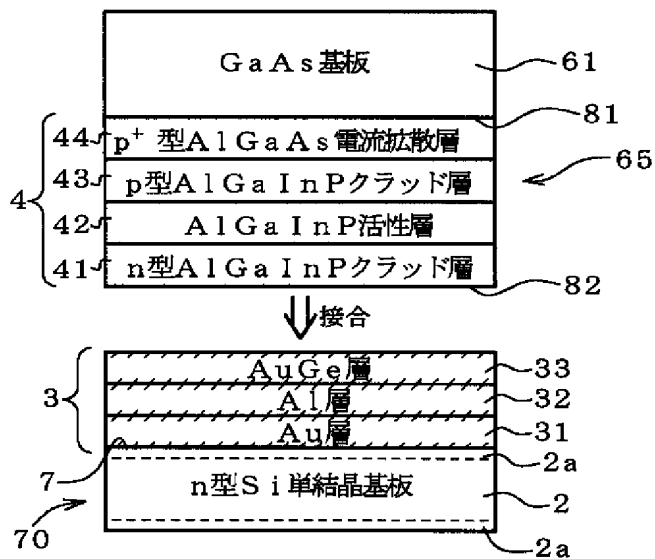


[Drawing 3]

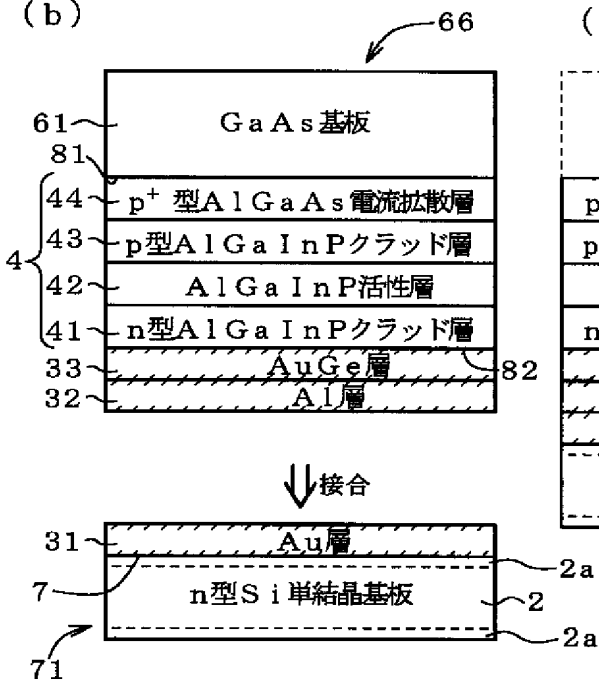


[Drawing 4]

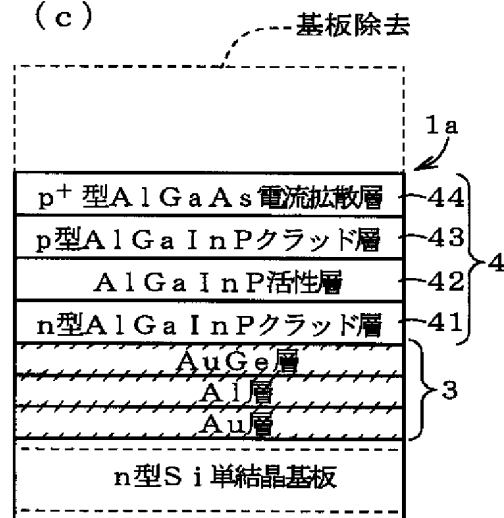
(a)



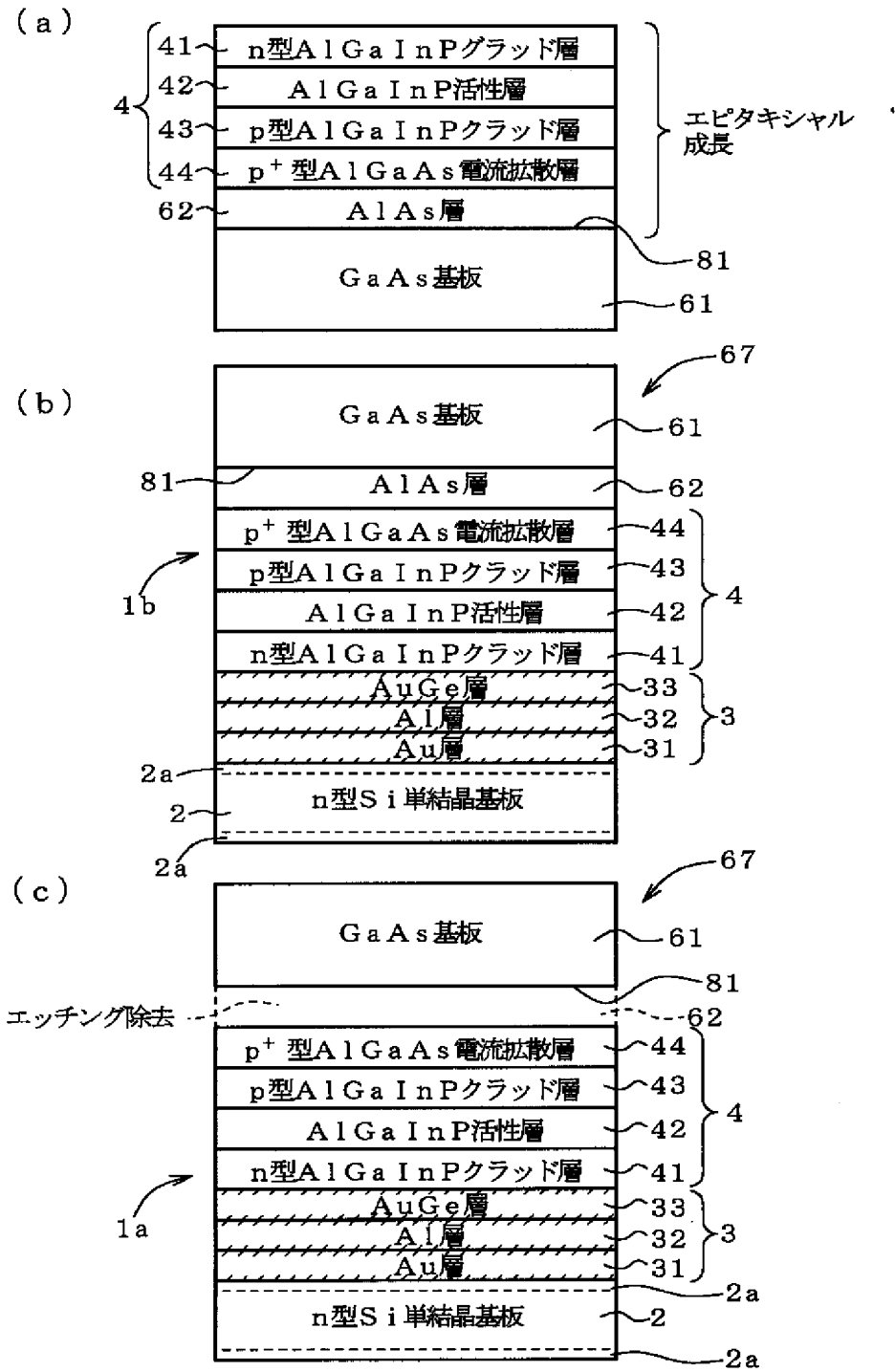
(b)



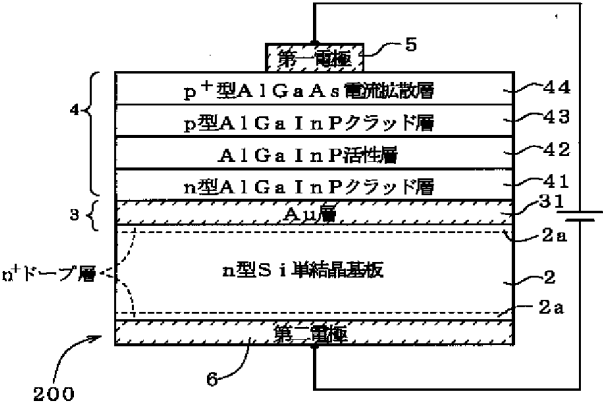
(c)



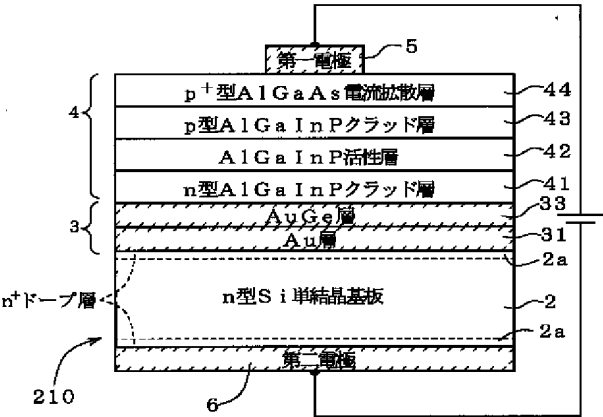
[Drawing 5]



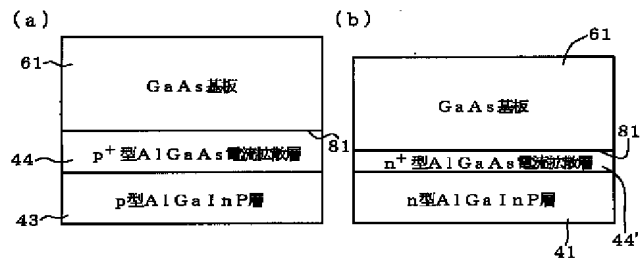
[Drawing 6]



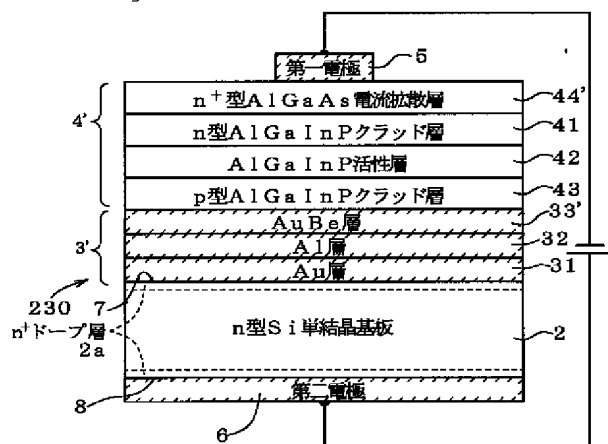
[Drawing 7]



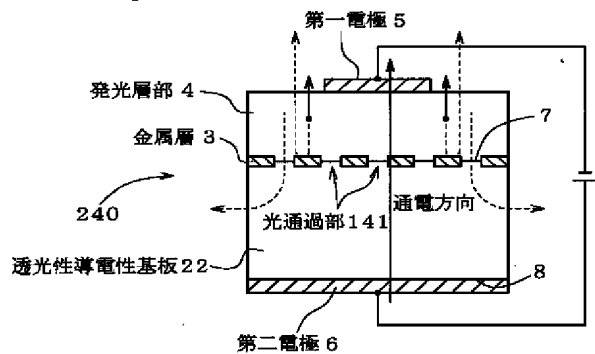
[Drawing 10]



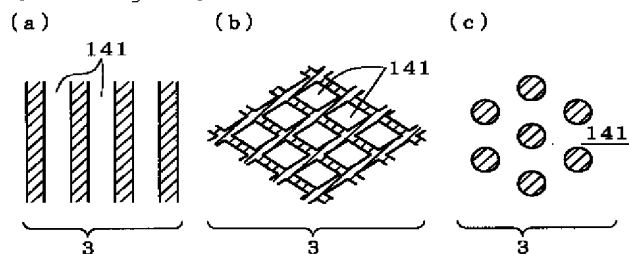
[Drawing 11]



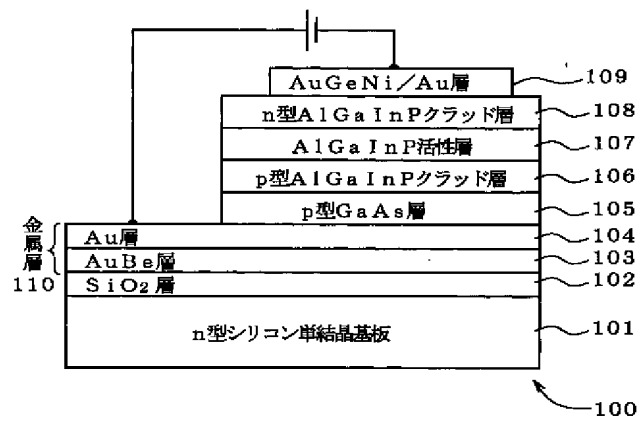
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]

